

A
MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK
KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI
HEVESI GYULA

XVII. KÖTET

1—2. SZÁM

*A Magyar Tudományos Akadémia 1955. évi Nagygyűlésén
a Műszaki Tudományok Osztályának rendezésében
május 25—27-én elhangzott előadások*



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
BUDAPEST, 1955

VI. OSZT. KÖZL.

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK
KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI
HEVESI GYULA

XVII. KÖTET 1—2. SZÁM

SZERKESZTŐSÉG: BUDAPEST, V., SZÉCHENYI RAKPART 3.
KIADÓHIVATAL: BUDAPEST, V., ALKOTMÁNY UTCA 21.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei változó terjedelmű füzetekben jelennek meg. Négy füzet alkot egy kötetet. Évenként általában egy kötet jelenik meg.

Kéziratok a következő címre küldendők :

Magyar Tudományos Akadémia
Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei
Budapest, V., Széchenyi rakpart 3.

Ugyanerre a címre küldendő minden szerkesztőségi levelezés.

Minden szerzőt száz különnyomat illet meg megjelent munkájáért. Közlésre el nem fogadott kéziratokat a szerkesztőség lehetőleg visszajuttat a szerzőhöz, de felelősséget a beküldött kéziratok megőrzéséért, vagy továbbításáért nem vállal.

A Közlemények előfizetési ára kötetenként belföldi címre 40 forint, külföldi címre 60 forint. Belföldi megrendelések az Akadémiai Kiadó (Budapest, V., Alkotmány u. 21. Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám : 04-878-111-46), külföldi megrendelések a »Kultúra« Könyv és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat (Budapest, VI., Sztálin út 21. Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám : 43-790-057-181) útján eszközölhetők.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának kiadványa az
Acta Technica
című idegen nyelvű folyóirat.

E lap hivatott a magyar műszaki tudományok eredményeinek legjavát a külföld felé tolmácsolni. A cikkek orosz, német, angol vagy francia nyelven jelennek meg, lehetőleg a szerző kívánsága szerint, összefoglaló pedig a cikk nyelvén és azonkívül a másik három nyelven. Cikkeket magyar, vagy a szerző választotta idegen nyelven a következő címre kell beküldeni :

Acta Technica szerkesztősége, Budapest, V., Széchenyi rakpart 3.

A MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK
KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI
HEVESI GYULA

XVII. KÖTET



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
BUDAPEST, 1955

VI. OSZT. KÖZL.

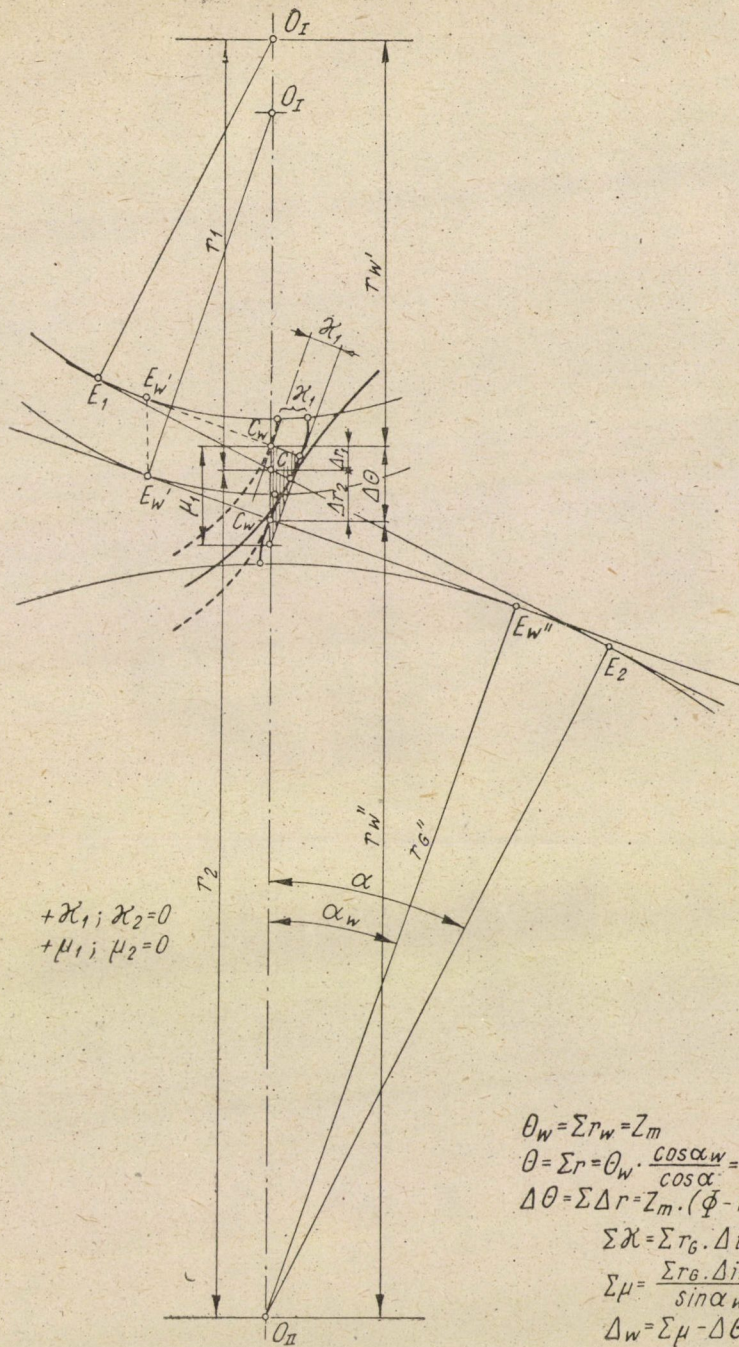


TARTALOMJEGYZÉK

XVII. kötet

<i>Bardin, I. P.</i> : Vas előállítására alacsony aknás olvasztóban.....	405
<i>Bárány Nándor</i> : A pentatükör mint optikai mikrométer	381
<i>Beke Ferenc</i> : Több kenderrost-termésre irányuló nemesítés	443
Beszámoló a Műszaki Tudományok Osztálya Műszaki Tudománytörténeti Főbizottságának vitauüléséről	493
<i>Csonka Pál</i> : Csonkagúla alakú rácsos szerkezetek rúderői	249
<i>Csonka Pál</i> : Csonkagúla alakú rácsos szerkezetek alakváltozása	259
<i>Csonka Pál</i> : Keresztkötésekkel merevített csonkagúla alakú rácsos vezetékoszlopok csavarása	269
<i>Dischka Győző</i> : A háncsrostok objektív minősítő vizsgálata.....	461
<i>Fonó Albert</i> : Acéliparunk hőenergia-gazdálkodásának feladatai	109
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Nahoczky Alfonz</i>	132
<i>Martinovich Ernő</i>	133
<i>Zentai Béla</i>	135
<i>Pál Imre</i>	136
<i>Balázs Péter</i>	137
<i>Altnéder János</i>	138
<i>Taksony György</i>	139
<i>Fonó Albert</i> válasza.....	140
<i>Verebély László</i> zárszava	141
<i>Geleji Sándor</i> : A nagy alakváltozásokat létrehozó képlékeny fémalakítás mechanikájának továbbfejlesztése	71
<i>Heller László</i> : Atomerőművek felépítésével kapcsolatos új termodinamikai szempontok és lehetőségek	201
<i>Kovács K. Pál</i> zárszava	224
<i>Hevesi Gyula</i> : Beszámoló a műszaki tudományok helyzetéről és az MTA Műszaki Tudományok Osztályának munkájáról az MTA 1955. évi Nagygyűlésén	1
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Geleji Sándor</i>	24
<i>Kovács K. Pál</i>	28
<i>Bognár Géza</i>	31
<i>Pattantyús Á. Géza</i>	34

<i>Csanády György</i>	35
<i>Kolos Richárd</i>	37
<i>Ács Ernő</i>	39
<i>Dischka Győző</i>	42
<i>Striker György</i>	42
<i>Brodzky Dezső</i>	45
<i>Lévai András</i>	46
<i>Balogh Arthur</i>	49
<i>Szekeres István</i>	50
<i>Hevesi Gyula válasza</i>	51
<i>Verő József zárszava</i>	53
<i>Hevesi Gyula: A kollektív tudományos munka új, szocialista formája</i>	55
<i>Horváth Zoltán: A vas—oxigén-rendszer egyensúlyi viszonyai</i>	279
<i>Kiss Ervin: Gyorsan forgó lendítőkerekek légsúrlódási veszteségei</i>	369
<i>Kovács K. Pál: Lükettő nyomaték váltakozó áramú gépek aszimmetrikus üzemében</i> ...	323
<i>Lakner Kálmán: Az áztatási folyamat megismerése kémiai és fizikokémiai vizsgálatok alapján</i>	457
<i>Major Máté: Az építészet dialektikája</i>	143
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Nádor György</i>	195
<i>Pogány Frigyes</i>	197
Az MTA Műszaki és Agrártudományi Osztályainak rendezésében 1954. nov. 27-én tartott hazai Rostnövény Ankét határozatai	470
<i>Mohácsi Tivadar: Kendertermesztésünk</i>	431
A Műszaki Tudományok Osztályának tevékenységéből	473
<i>Sedlmayr Kurt: Elnöki megnyitó (Rostnövény Ankét)</i>	429
<i>Szmodits Kázmér: Ellipszis alaprajzú oldalnyomás mentes héjszerkezet</i>	315
<i>Thamm István: Gyorsanforgó és melegen felhúzással illesztett hengeres gépelemek szilárdsági számítása</i>	295
<i>Tömörkény László: Javaslatok a magyar kenderrost minőségének megjavítása érdekében</i>	467
<i>Vidéky Emil: Evolvens homlokkerék-fogazások trigonometriai és kinematikai számítása</i>	225
<i>Wein Károly: Rostlen-nemesítés eredményei, problémái, célkitűzései</i>	451



3. ábra

$$\theta_w = \sum r_w = Z_m$$

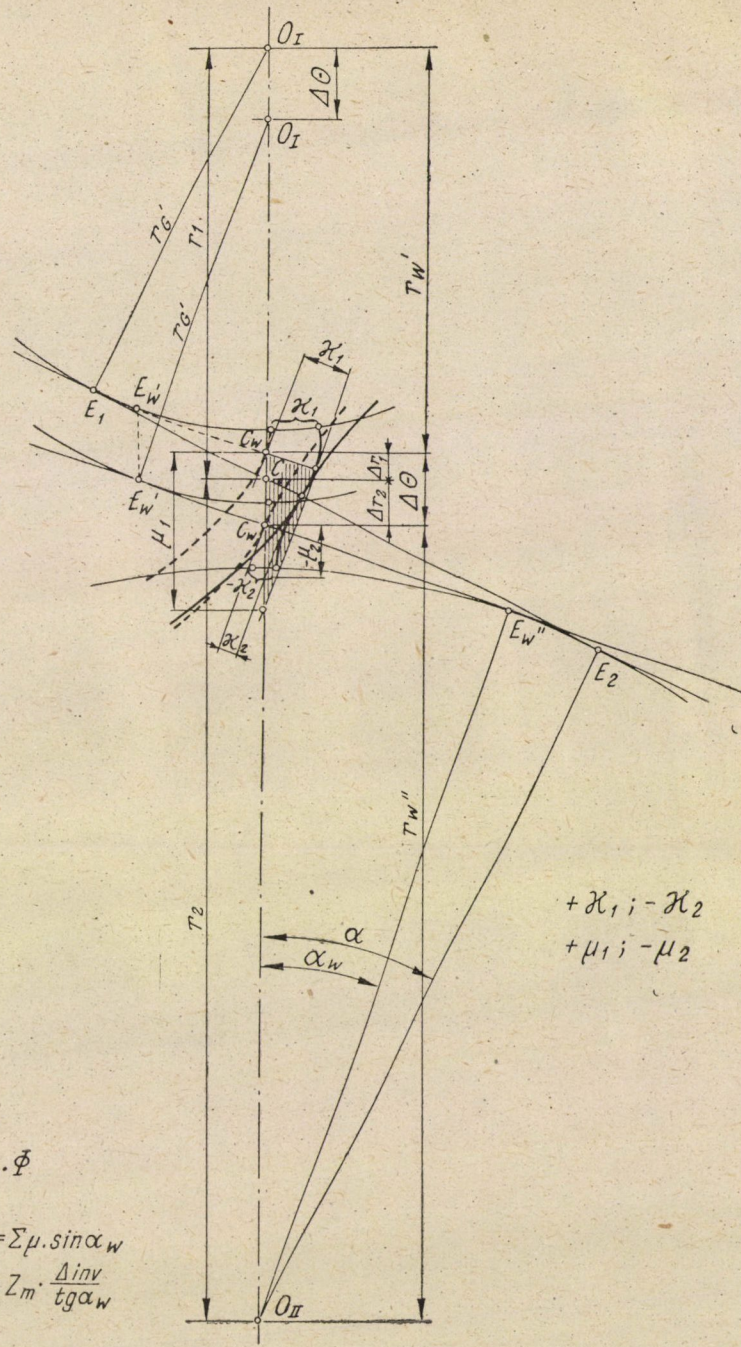
$$\theta = \sum r = \theta_w \cdot \frac{\cos \alpha_w}{\cos \alpha} = Z_m \cdot \Phi$$

$$\Delta \theta = \sum \Delta r = Z_m \cdot (\Phi - 1)$$

$$\sum k = \sum r_g \cdot \Delta inv = \sum \mu \cdot \sin \alpha_w$$

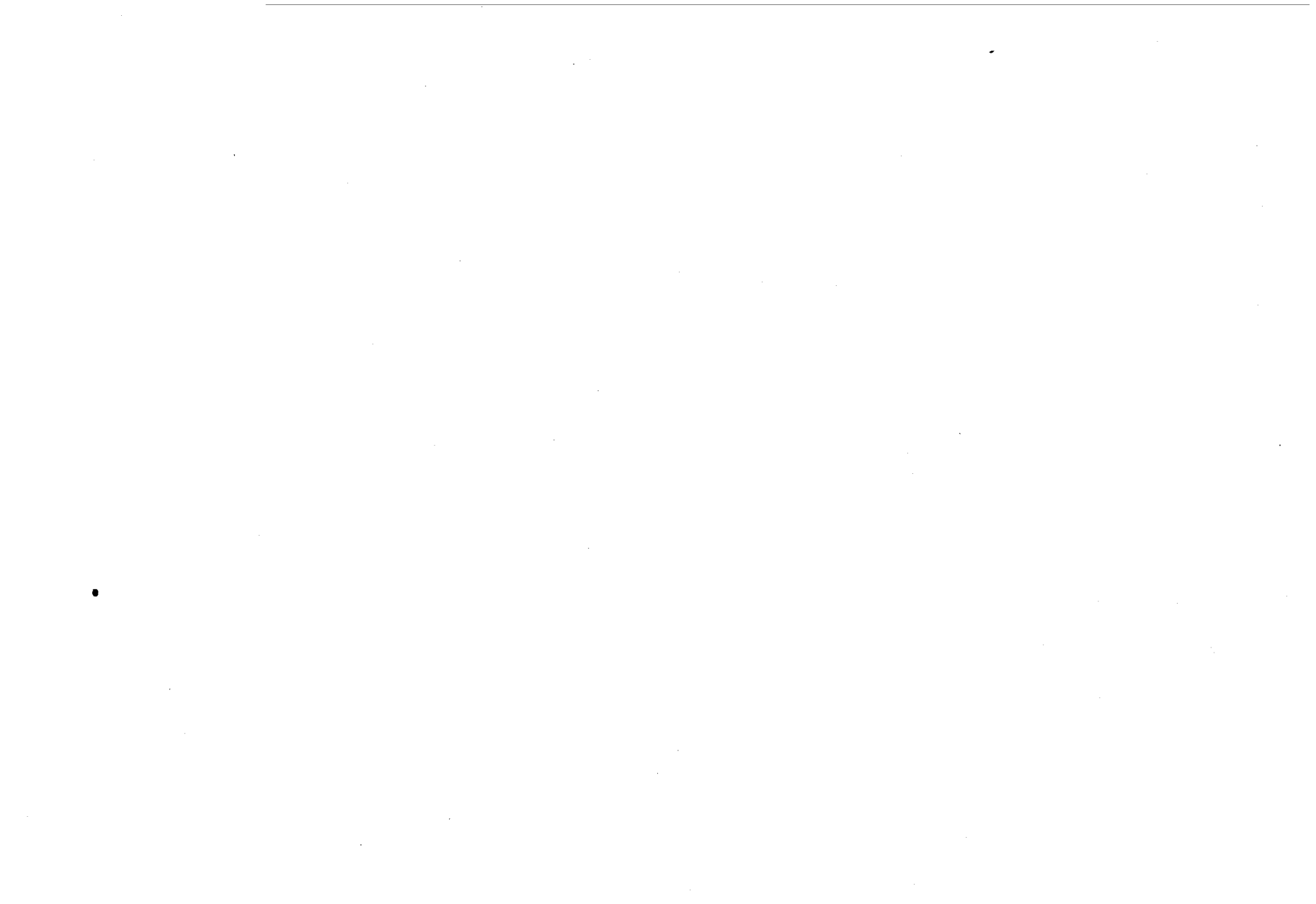
$$\sum \mu = \frac{\sum r_g \cdot \Delta inv}{\sin \alpha_w} = Z_m \cdot \operatorname{tg} \alpha_w$$

$$\Delta_w = \sum \mu - \Delta \theta$$



4. ábra





BESZÁMOLÓ

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK HELYZETÉRŐL ÉS AZ MTA MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK MUNKÁJÁRÓL AZ MTA 1955. ÉVI NAGYGYŰLÉSÉN

HEVESI GYULA lev. tag, osztálytitkár

A felszabadulásunk óta eltelt tíz év rendkívül mélyreható politikai, gazdasági és kulturális változásokat hozott létre hazánkban. A nagy Szovjetunió segítségével, a Magyar Dolgozók Pártja vezetésével népünk alkotó erői helyreállították a fasiszta uralom és a háború által feldúlt országot, és a nehézipar fejlesztésén alapuló szocialista iparosítás nagyvonalú megindításával megteremtették hazánk szocialista átalakulásának szilárd alapjait is. A szocialista iparosítás, amelynek a szocializmus ismert alaptörvénye szellemében a legkorszerűbb technika felhasználására és fejlesztésére kell törekednie, megkövetelte a tudományok, különösen pedig a műszaki tudományok rohamos fejlesztését is. Nemesak felszabadulásunk tizedik évfordulójának ünnepélyessége, de a második ötéves terv előkészítésével kapcsolatban előttünk álló feladatok is indokoltá teszik, hogy idei beszámolómban eltérjek az évenkénti beszámolók szokásos szerkezetétől, és ne szorítkozzam az elmúlt év szorosán vett akadémiai munkájára. E helyett igyekezni fogok — amennyire a rendelkezésemre álló idő megengedi — az egyes legfontosabb szakterületek eddigi fejlődéséről, jelenlegi helyzetéről és előrelátható feladatairól beszélni. Ez egyben — ha részben csak közvetve is — tükrözni fogja Osztályunk munkáját is, mert nyugodtan állíthatjuk, hogy az utóbbi években aligha volt a műszaki tudományos haladásnak olyan jelentősebb mozzanata, amelyben Osztályunknak valamilyen része ne lett volna: egyes esetekben kezdeményezően, más esetekben tanácsadással, bírálattal, a tudományos segítségadás legkülönbözőbb egyéb módjainak felhasználásával.

Előre kell bocsátanom azt is, hogy beszámolómban a technikai tudományok rendkívül széles területéről csak igen kivonatos lehet, s ezért kérem, hogyha egyes kimagasló eredmények vagy szerzőik nem kerülnének bele, úgy azt t. hallgatóim ne tekintsek negatív értékelésnek.

I.

Hogy a műszaki tudományok terén elért fejlődést értékelni tudjuk, mindenekelőtt rá kell mutatnom arra, hogy hazánkban a felszabadulás előtt a

technikai tudományok sokkal elmaradottabbak voltak, mint egyéb tudományágak; például a matematika, fizika, geológia, orvostudomány. Ezek fejlesztése sem volt ugyan soha szívügye a régi uralkodó osztályoknak és az őket kiszolgáló kormányoknak, de fejlődésük aránylag jelentéktelen anyagi eszközökkel is lehetséges volt, csak éppen tehetséges emberek kellettek hozzá. Ezzel szemben a műszaki tudományok csak egy fellendülésben levő ipar talaján fejlődhetnek, s akkor is jelentős, nemcsak laboratóriumi, de üzemi jellegű kísérleti berendezéseket is követelnek. Ezek a feltételek pedig egy-két exportra dolgozó nagy vállalat kivételével nem voltak meg nálunk a felszabadulás előtt. Ezért iparunknak a hároméves terv folyamán végrehajtott eredményes helyreállítása után sürgősen gondoskodni kellett megfelelő tudományos kísérleti és kutatási bázisról.

A legfontosabb intézkedések a műszaki tudományok általános fejlesztésére, valamint a technikai haladás meggyorsítására a következők voltak:

1. Az ipari kutatóintézetek széleskörű hálózatának kiépítése.
2. Az egyetemi tanszékeken folyó kutatómunka megerősítése, megfelelő felszereléssel és munkaerővel való ellátása.
3. A Magyar Tudományos Akadémia átszervezése, és ezzel kapcsolatban a Műszaki Tudományok Osztályának létesítése.
4. A Műszaki és Természettudományi Egyesületek munkájának hatalmas fellendítése. Végül
5. ide kell számítanunk a dolgozó tömegek alkotó öntevékenységének céltudatos megszervezését is, a szocialista verseny, az újtó- és Sztahanov-mozgalom alapján. Ehhez járult még a műszaki káderképzés, a könyv- és folyóiratkiadás nagyszabású fejlesztése, és számos intézkedés a tudományos munka fokozott anyagi és erkölcsi megbecsülésére.

Amint látjuk, a párt és népi demokráciánk kormánya a műszaki tudományok általános és intenzív fejlesztésének megindítását egységes, nagyszabású elgondolás alapján hajtotta végre, amelyhez a példát a szovjet tudomány tapasztalata adta. Természetes, hogy az eltelt néhány év nem volt és nem is lehetett még elegendő ilyen nagyszabású koncepció tökéletes megvalósítására; kétségtelen azonban, hogy sikerült a műszaki kutatás szilárd alapjait és életképes gócpontjait kialakítani, s olyan, zömében új kutató kádert szervezni és nevelni, amely egyre inkább képessé válik hazánk szocialista iparosítását alkotó módon előbbre vinni. A műszaki tudományok fejlesztésének szellemi irányító központjaként jött létre a Műszaki Tudományok Osztálya az Akadémia keretében.

Ennek az Osztálynak hazánkban teljesen újszerű és nem könnyű feladatot kellett megoldania. E feladat különös nehézsége főleg abban állt, hogy csak részben vehettük át a szovjet Akadémia és a szovjet tudomány szervezeti módszereit. Nem valósíthattuk meg ugyanis a műszaki kutatásnak azt a 3 lépcsőzetes rendszerét, amely a Szovjetunióban általánosan elterjedt, és amely

a legtökéletesebben biztosítja az elmélet és gyakorlat dialektikus kapcsolatát a termelés területén. Hazánk sokkal kisebb gazdasági lehetőségei mellett alapjában véve csak a középső lépcsőt, az ipari kutatóintézeteket építhettük ki, és ezt is sok esetben az üzemi laboratóriumok rovására, amelyeknek kádereire szükség volt az ipari intézetek szervezéséhez. A Műszaki Tudományok Osztályának tehát saját kutatási bázis és tudományos apparátus nélkül kellett az országos kutatás irányítását kézbe vennie, és ezt a feladatot nem oldhattuk meg másképp, mint bizottsági rendszerünk széleskörű, következetes kiépítése útján, amely lehetővé tette, hogy ma már mintegy ezer kiváló szakember vegyen szervezeten részt az Osztály tudományos munkájában. Bizottságaink összetételében jut kifejezésre Osztályunkon belül az elmélet és gyakorlat szoros egysége; azzal, hogy bizottságainkban az ipari és az egyetemi kutatás, az iparigazgatás és az üzemek szakemberei találkoznak, létrejött a kollektív tudományos munka igen produktív formája és sikerült elérnünk azt is, hogy Osztályunk tudományos irányító tevékenysége messzemenően kihatással legyen az ipari kutatás és tervezés területére, sőt — ha nem is a kívánatos mértékben — egyes gazdasági vezetőszervek munkájára is. Több százra megy a bizottságokban évek folyamán eddig kidolgozott javaslatok és előterjesztések száma. Ezek, az ország egész népgazdaságát érintő átfogó problémáktól kezdve egyes iparágak fejlesztési kérdéséig, fontos tudományos útmutatásokat tartalmaztak a kutatás vagy az iparfejlesztés számára; sok esetben legalábbis felhívták az illetékes szervek figyelmét bizonyos tudományos szempontok számításba vételének szükségességére.

Mielőtt Osztályunk tevékenységéről részletesen beszélnék, ismertetni kívánom az egyes legfontosabb műszaki tudományterületek fejlődését és helyzetét. Eredményeink, tudósaink és szakembereink minden elismerést megérdemlő erőfeszítései mellett, sok tekintetben az előbb vázolt szervezeti intézkedések hatályosságának is tulajdoníthatók.

Iparunk nyersanyagforrásainak kiszélesítése szükségessé tette a *földtanhoz tartozó tudományágak intenzív fejlesztését*. Meg kellett szervezni a földtani szakmák önálló egyetemi oktatását és az ország szükségletei szerint tervszerűen fejlesztett földtani kutatást. Helyre kellett állítani és megerősíteni a már régebben alapított kutatóintézeteket, laboratóriumokat, és különösen az egyetemi tanszékeket és intézeteket is.

Alapvetően megváltozott a földtani kutatás szelleme is: az eddigi túlnyomóan leíró jellegű ásványföldtani vizsgálódást mindinkább oknyomozó, szintétikus, dialektikus szellemű vizsgálat váltotta fel, ami sok tekintetben nemcsak hazai, hanem nemzetközi viszonylatban is jelentős eredményekre vezetett. Így például egyik legnagyobb ásványi kincsünk, a bauxit tekintetében megdőlt egy valósággal klasszikusnak tekintett felfogás, amely szerint a bauxit a mészkő maradéka lenne. *Vadász Elemér* akadémikus vizsgálatai alapján kiderült, hogy bauxitunk részben szilikátos kőzetek mélyreható, több

fokozatban történő oxidatív lebomlási terméke. Az eddigi mocsári, tehát szárazföldi üledéknek tekintett hazai mangánérccekről kiderült, hogy pontosan rögzített korú tengeri üledékként képződtek. Ezzel a megállapítással kapcsolatban történt az eddig ismert ércvagyon sokszorosát kitevő új karbonátos mangánérccek felfedezése. Egyes kőszénfajtáinkban kimutatott ritka nyomelemek megismerése kilátást nyújthat nagyjértékű fémek, mint a germánium, gallium, nikkell és urán kinyerésére. Ezzel kapcsolatban lehetővé vált egy nemzetközileg sokat vitatott kérdésnek, a ritka elemek kőszénbeli rendkívüli dúsulását okozó mechanizmusnak a kiderítése is.

E kutatások hazánkban főleg az utóbbi években *Szádeczky-Kardoss Elemér* akadémikus által kialakított geokémiai szemléleten alapulnak. Ez a szemlélet vezetett eddig hasznosítható anyagokban szegénynek minősített területeken, például a Velencei-hegységben fontos ásványi anyagok (fluorit, ólom, cink, molibdénérccek) megismeréséhez.

Vendel Miklós akadémikus kidolgozta az ionok és atomok helyettesíthetőségét geokémiai szempontból, és ez nem csupán Vendel akadémikus eddigi, nemzetközileg is kongresszusokon és az irodalomban egyaránt elismert telepítési kutatásainak előbbrevitelét jelenti, hanem az általa bevezetett helyettesíthetőségi indexek a helyettesítés fontos kérdését oldják meg, és ezért az eddigi geokémiai kutatás egyik legjelentősebb eredményének minősíthetők.

Úttörő eredmények születtek a geomechanika terén. A világon először nálunk szerkesztettek karsztvíz-térképet. Figyelemre méltóak a hazai karsztvíz mennyiségének megállapítására vonatkozó újabb eredmények is. Tovább fejlődött az agresszív vizek ismerete is.

A *geofizika* fejlődése a legutóbbi 10 év alatt különösen rohamos volt. Új eredmények születtek, mind a gyakorlati, mind pedig az általános geofizika területén.

Szén- és bauxitkutatásoknál jelentős eredményt ért el a graviméteres mérésekkel az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet és a *Tárczy-Hornoch Antal* akadémikus megszervezte soproni munkaközösség.

A geofizikai intézet kutatói az általuk kikísérletezett különleges légerobbantásos módszerrel olyan területeken is tudtak összefüggő földalatti réteghatárokat kimutatni, ahol eddig a szokásos hullámkeltésű módszerek eredménytelenek voltak.

A soproni Műszaki Egyetem Geofizikai Tanszéke *Kántás Károly* vezetésével — mint a Munkaközösség tagjával, a külföldön is csak most kifejlődő — tellurikus kutatásoknak rakta le itthon az alapjait. Remélhető, hogy ez a módszer ott is tud eredményeket felmutatni, ahol a szeizmika nem értelmezhető.

A *geodézia* területén a Műszaki Tudományok Osztálya Geodéziai Főbizottságának, *Tárczy-Hornoch Antal* akadémikus vezetésével komoly szerepe volt nemcsak új háromszögelési módszereink kialakításában, hanem számos más nagy fontosságú kérdés eldöntésében is.

A háromszögelési hálózat kifejlesztését, a geodézia klasszikus elveitől eltérően, teljesen új, magyar elgondolás alapján végzik Tárcezy-Hornoch Antal akadémikus, Regőczy Emil és Hazay István javaslatai szerint.

Ez a módszer nagy megtakarítást jelent, és biztosítja a kellő pontosságot és az elsőrendű hálózat részére a kellő pontsűrűséget.

Az új magyar háromszögelési eljárással már komoly kísérletek folynak a Német Demokratikus Köztársaságban is.

Nemzetközileg elismert és alkalmazott komoly eredményeket értünk el a háromszögelésekhez szükséges alapvonalmérések, valamint új geodéziai műszerek szerkesztése terén is.

A *bányászat* különböző ágainak mind tudományos, mind népgazdasági szempontból jelentős eredményei vannak.

A *szénbányászat terén* az első öt éves terv utolsó évében termelésünk már meghaladta a 22 millió tonnát. Ezt a hatalmas fejlődést elsősorban az tette lehetővé, hogy fokozott mértékben alkalmaztuk a tömegtermelést szolgáló fejtőmódokat. Ebben nagy része van a bányászati kutatóintézeteknek is. Nem kis mértékben a kutatóintézeti munka eredménye is, hogy a tömegtermelést szolgáló fejtőmódok (frontfejtések, csoportos kamarafejtések stb.) előtérbe kerültek és széntermelésünknek több mint 50%-a ezekkel a fejtőmódokkal adódott.

Szénbányászatunk igen komoly előrehaladást tett a korszerű biztosítási módok alkalmazásának területén, ami ugyancsak mélyreható előzetes kutatómunkát igényelt. Fokozottabb mértékben alkalmazzuk a vas biztosító elemeket, kísérletek folynak a vasbetonelemekkel és két szénmedencében a páncélpajzsos biztosítási móddal is. A szénminőség javítása terén is vannak komoly eredményei a Bányászati Kutató Intézetnek. A bányagépesítés terén kezdeményező lépés volt a hazai lignitbányászatnál igen jól bevált szénfejtő kombájnnak az alkalmazása.

A Bányarobbantótechnikai Kutató Intézet munkájának eredményeképpen ez évben 4 millió tonnát, azaz össztermelésünk 16%-át tervezzük a *Kóta József* által kidolgozott millszekundumos robbantással kitermelni.

Az *ércbányászat* terén Gyöngyösorosziban, Úrkúton, Rudabányán, a Velencei-hegységben és Eplényben a kutatások pozitív eredménnyel jártak és az ércvagyon növelése mellett megteremtették az ólomcinkbányászat alapjait.

Az ércelőkészítési és dúsítási eljárások kidolgozása terén különösen figyelemre méltók *Tarján Gusztáv* lev. tag kutatásai, amelyek nagyüzemi realizálást nyertek a gyöngyösoroszi új előkészítő műnél, a recski üzem korszerűsítésénél, és a hidrociklon alkalmazásában Úrkúton. Kidolgozásra került a barittartalmú pátvasércek, a fluorit és egyéb anyagok dúsítása.

A *vegyes bányászat* terén különösen ki kell emelnünk a tűzálló agyagok új nagy készleteinek feltárása és ipari kinyerése terén elért eredményeket, valamint hatalmas kitűnő minőségű kaolin lelőhelyek egyelőre kísérleti jellegű kiaknázását.

A hazai bentonitok szerkezeti és kolloid-kémiai tulajdonságainak első sorban *Buzágh Aladár* nevéhez fűződő vizsgálataival meghatároztuk és kiszélesítettük különféle bentonitjaink alkalmazási körét, és így elértük, hogy a magyar bentonit egyik legjelentősebb ásványi exportcikkünk lett.

A *bauxit bányászat* terén a kutatás fontos eredményének kell tekinteni bauxitelőfordulásaink messzemenő minőségi vizsgálatát, úgyhogy e tekintetben ma már egész eddig feltárt bauxitkészletünk minőségileg teljesen ismertnek tekinthető.

A felszabadulás óta eltelt 10 év alatt jelentős mértékben megnövekedett *kőolajbányászatunk*. Az eddigi produktív dél-zalai területeken kívül Somogyban, a Nagyalföld peremén és több más helyen is számottevő szénhidrogén mennyiségeket sikerült feltárni, illetőleg jelentős nyomokat kimutatni. A kutatás, feltárás és a termelés számára számos új eljárást, eszközt és műszert terveztünk és helyeztünk üzembe. Alkalmazni kezdjük a kőolajiparban a rádióizotópot is.

A *hidrológia* és a vízgazdálkodás terén az elmúlt 10 évben számos figyelemre méltó tudományos eredmény született, amelyek közül több nemzetközi viszonylatban is jelentősnek mondható.

Az ország *elméleti vízerőkészletét* a felszabaduláskor nem ismertük. El kellett végezni a vízerőkészlet korszerű feltárását, mert korábbi, de elavult kimutatások alapján — amelyek csak a Kárpát-medence hegyvidéki szakaszaira adtak értékeket — a tudományos és műszaki közvéleményben elterjedt az a tévhit, hogy Magyarországnak kihasználható vízerőkincse nincs; vitatták a kiséselek kihasználhatóságának még a lehetőségét is. Ezt a kérdést végérvényesen tisztázta a vízerőkészlet összeállítása, jelentékeny értékesíthető és feltétlenül értékesítendő energetikai lehetőséget mutatva ki. Iparosításunk erőteljes fejlődése szükségessé tette átfogó országos vízgazdálkodási kerettervezést. Olyan egységes tervet kellett készíteni, amely egyrészt a vízgazdálkodás minden ágazatát felöleli, mint aminők a vízerő hasznosítása, az öntözés, belvízrendezés, halastavak létesítése, egyéb mezőgazdasági vízhasznosítások, ipari- és ivóvízellátás, csatornázás és szennyvízkezelés, folyószabályozás, mesterséges víziutak, gyógyvizek stb. Másrészt az ezekkel kapcsolatos gazdasági kérdéseket is mélyrehatóan tisztázza. Ezt a tervet, amely *Mosonyi Emil* lev. tag vezetésével és Hidrológiai Főbizottságunk közvetlen irányításával, több mint száz szakember kollektív munkája, az utóbbi évek egyik kimagasló műszaki tudományos teljesítményének kell tekintenünk.

A tiszalöki vízlépcső tervezésével kapcsolatosan is igen kiterjedt tudományos kutatások folytak a tiszai vízjárás korábban még nem tisztázott részleteinek vizsgálatára, a duzzasztással érintett területek hidrológiai és geológiai vizsgálatára. Az agresszív szulfátos talajvizek elleni védekezésre vonatkozó vizsgálatokkal *Vendl Aladár* akadémikus nagy népgazdasági és tudományos jelentőségű eredményeket ért el.

Népgazdaságunk szocialista átalakításának egyik legfontosabb alapkövetelménye a megfelelő energetikai bázis megteremtése.

Hazánkban az energiatermelés főalapanyaga a szén, és így az országos energiagazdálkodás feladatai nagymértékben a kalorikus gépészet feladatkörébe esnek.

A fokozott ütemű erőműépítés szükségessé tette, hogy olyan gyenge minőségű szénfélések felhasználását is megoldjuk, amely fajtákat eddig sem hazánkban, sem külföldön nem tüzeltek el erőművek kazánjaiban. Emellett számos olyan kérdést is meg kellett oldani, amely a szénszárítással, szénosztályozással és porleválasztással volt kapcsolatos.

Mindez széleskörű tudományos kutatómunkát követelt, amelyek közül itt csak néhány lényegesebb eredmény felsorolására szorítkozhatom. Ilyen például a változó ellenállásnyomású fűtőturbina. Ez a távfűtés ellátására javasolt új turbinarendszer kereken 30%-kal több kondenzációs veszteség nélküli villamosenergiát termel, mint az erre a célra szokványosan alkalmazott elvételes kondenzációs turbina. A Hőtechnikai Kutató Intézet kifejlesztett olyan különleges szénporégő-típust, amely gyenge minőségű szénnel hideg tűztérben is stabil gyújtólángot ad, és így lehetővé teszi 50–55% és 10–14% illótartalmú kőszénfélések és féltermékek eltüzelését.

Külön meg kell emlékezni a *Heller László*-féle légekondenzációs rendszernek nagyüzemi kísérleti berendezéséről, amely a Soroksári Textilipar telepén került felállításra. Ez a légekondenzációs rendszer az erőműépítésnek régi, súlyos problémáját oldja meg. Igen gyakori ugyanis, hogy a hőerőművek legkedvezőbb telepítési helyén hűtővíz kellő mennyiségben nem áll rendelkezésre. Az ezzel kapcsolatban adódó nehézségeket küszöböli ki a légekondenzációs rendszer, amely a gőzturbina kondenzátorainak hűtését — hűtővíz nélkül — kizárólag levegővel végzi.

A hűtőberendezések terén ki kell emelni az új rendszerű gyorsfagyasztó berendezések kidolgozását, élelmiszereknek mély hőmérsékleten történő tartósítására.

Jelentős kutatómunka folyt a kohóipari hő tökéletesebb hasznosítása céljából, elsősorban a Siemens-Martin-kemencék füstgázainak, valamint a falazathűtésből származó hőmennyiségeknek villamosenergia-termelésre való hasznosítása érdekében. Ezek eredményeiről *Fonó Albert* lev. tag tart nagygyűlésünkön beszámolót.

Az országos hálózat bővülése sok nagyteljesítményű, 120 kV-os primer feszültségű transzformátor építését tette szükségessé. A legjobb és a leggazdaságosabb elvi megoldást és konstrukciót *Ratkovsz y Ferenc* akadémikus dolgozta ki, az ún. diaboló transzformátort. Ezek a legnagyobb (120–220 kV) feszültségekre alkalmas transzformátorok az azonos teljesítményű, addig alkalmazott konstrukciókhoz képest 25–30%-kal kevesebb anyag felhasználásával gyárthatók, azonos zárlatbiztonsággal és még jobb hatásokkal. Gazdasági

jelentőségét az húzza alá, hogy súlyuk világviszonylatban is legkisebb, és az 1950—1954-ig terjedő öt év alatt hazánkban mintegy 120 egységet gyártottak, kb. 25 000 MVA összteljesítménnyel. Az üzemi tapasztalatok mindenben igazolták a diabolótekereslésű transzformátorokhoz fűzött reményeket.

Ugyancsak Ratkovszky Ferenc akadémikus elgondolása és javaslata alapján az országos 100 kV-os hálózat feszültsége 120 kV-ra volt emelhető, aminek következtében az országos hálózat teljesítménye — gyakorlatilag költségmentesen — közel 50%-kal emelkedett.

A háború előtti állapothoz képest az elmúlt 10 év alatt 8-szorosossá nőtt a 120 kV-os országos hálózat állomás rendszer *Vajta Miklós* és *Szendy Károly* irányítása és elgondolása szerint fejlődött.

A Klement Gottwald (Ganz) gyár Bláthy nyomdokain haladva, Mándi Andor és Ratkovszky Ferenc akadémikus irányításával a felszabadulás után teljesen kifejlesztette a kereszttekerceses turbógenerátor-típust. Ez a géptípus került alkalmazásra az új erőművekben.

A villamosgépek és hálózatok üzemében és hibái alkalmával fellépő átmeneti (tranzien) jelenségek vizsgálatával és törvényszerűségeinek megállapításával nagyjelentőségű munkát végeztek a Műszaki Egyetem Villamosgépek Üzemtana Tanszéken *Kovács K. Pál* lev. tag és *Rácz István*.

Az energiaeosztó hálózatokban a légköri és hálózati eredeti túlfeszültségek súlyos üzemzavarokat és károkat okozhatnak. A *Verebély László* lev. tag által vezetett villámkutatás eredményei alapján a hálózatok és a kapcsolóberendezések célszerűbben tervezhetők és a meglévők hathatósabb védelemmel láthatók el. Nagyjelentőségű, hogy a védelem céljára szolgáló túlfeszültségvezetők betéteinek és más feszültségtől függő ellenállásoknak hazai gyártását a Villamosipari Központi Kutató Laboratóriumban *Lukács József*nek sikerült megoldania.

A magyar országos hálózatnak a felszabadulás után bekövetkezett nagyarányú fejlődése és a hálózatok bonyolódása szükségessé tette a hálózati kis-minta megépítését. E fontos tudományos segédeszköz műszaki adatainak meghatározása és megtervezése a Villamosenergetikai Intézet *Ignác Pál* és *Lengyel Gábor* által irányított munkaközösségének feladata volt.

Hazai nagyvasúti villamos vontatásunkat 50 periódussal táplált mozdonyok látják el. Ennek a rendszernek alapvető előnye az, hogy az energia az országos hálózatból egyszerű transzformátorállomások közbeiktatásával nyerhető, vagyis nincs szükség külön vasúti erőművek vagy áramátalakító állomások építésére. A Kandó által az egész világon messze elsőként kifejlesztett fázisváltós 50 periódusú mozdonyokat Ratkovszky Ferenc akadémikus fejlesztette tovább, megalkotva járművek részére a periódusváltós rendszert. A találmány jelentőségét jellemzi, hogy e rendszer szerint rövidrezárt hajtómotorokkal külföldön éppen most kerül üzembe 20 db 4000 LE-s mozdony, teljesen megfelelő a legkorszerűbb mozdonyokhoz fűzött minden várakozásnak.

A hazai szükséglet fedezésére a Klement Gottwald gyár az elmúlt 10 év alatt *Mándi* és *Sztrókay* javaslatára az említett periódusváltós rendszernek rövidrezárt hajtómotoros megoldása helyett annak csúsztatógyűrűs megoldását fejlesztette ki, és gyárt e megoldás szerint — az üzembiztonság növelése céljából újabban a Ratkovszky akadémikus által javasolt egyszerűbb szerkezetű periódusváltóval — a MÁV részére sorozatosan 3200 LE-s mozdonyokat.

Energetikai Főbizottságunk már hozzáfogott legfontosabb soronkövetkező feladatához, Magyarország energiagazdálkodási távlati kerettervének elkészítéséhez. A keretterv 10 évre konkrét formában, további 5—10 évre pedig távlatos megközelítéssel fog készülni. A Főbizottság kezdeményezésére meginduló nagyszabású munka népgazdaságunk szempontjából rendkívül fontos feladatot old meg.

Vaskohászat. Vas- és acélgyártó iparunk a felszabadulás óta igen jelentősen bővült. Olyan hatalmas új létesítmények, mint a diósgyőri nagykohó, és különösen szocialista iparosításunk eddigi legnagyobb alkotása, a sztálinvárosi vas- és acélmű, amelyek a Szovjetunió tervei alapján és közvetlen technikai segítségével épültek, a legkorszerűbb gyártási módszer szerint működnek. Régi üzemeink is sokat tanultak a szovjet tapasztalatokból, egyebek közt a hazánkban járt szovjet sztahanovisták módszereinek átvételéből is. Nem sikerült azonban hazai vas- és acélgyártásunk legfontosabb gazdaságossági problémáját megoldani, mégpedig hazai nyersanyagbázisunk kiszélesítését, mert hiszen az érc és a koks nagy részét nagy távolságból importáljuk. Kutatási feladat lett volna a nagyszilárdságú kohókoksznak, amelynek a zömét szintén importáljuk, silányabb minőségűvel való helyettesítése, illetve olyan gyártási módszer kidolgozása, amely az ilyen minőségű kokszt nélkülözni tudja; az acélgyártásban a frissítő érc helyettesítése a levegő oxigénjének felhasználásával, mégpedig nem is Martin-kemencében, hanem az erre a célra sokkal gazdaságosabban alkalmazható konverterben. Meg kell állapítani, hogy nem kohászainkon múlt, hogy ezeket az alapvető problémákat, amelyek megoldása nehéz iparunk jövőbeni fejlesztése érdekében elkerülhetetlenül szükséges, eddig gyakorlatilag nem tudták megoldani. Amit laboratóriumi kísérletek és elméleti megfontolások alapján ki lehetett dolgozni, azt kohászaink ki is dolgozták; pontosan meg is határozták a kutatás és a kohászati iparfejlesztés távlati feladatait, amelyet a szovjet tudomány leghivatottabb szakértője, Bardin akadémikus is konzultált és azzal egyetértett. A kidolgozott javaslatok megfelelő kikísérletezése a kísérleti üzemek hiánya miatt hiúsult meg, amelyeket sajnálatos módon mind ez ideig sem a nyersvas-, sem az acélgyártás terén való félüzemi kísérletezéshez nem teremtettünk meg.

Kezdetleges stádiumban vannak a kohókokszzal való takarékoságra irányuló törekvések, a fúvósél kondicionálása, oxigéntartalmának növelése vagy nagy toroknyomás alkalmazása útján. Itt szintén az üzemszerű kísérletezés nehézségei gátolják a haladást. Még kevésbé áll módunkban az alacsony-

aknájú kohóval való kísérletezés, ami pedig megoldhatná a hazai barnaszenekekből is előállítható koks alkalmazási lehetőségét. Erre vonatkozóan a napokban kaptunk Bardin akadémikustól egy rendkívül értékes tanulmányt.

Jelentősebb eredményeket értünk el jó minőségű kohászati tűzálló anyagok hazai gyártása terén, valamint a nagy szilárdságú öntvények, a módosított és gömbgrafitos öntöttvas gyártása terén is.

Ami a *fémkohászatot* illeti, a felszabadulás után a magyar timföld és alumíniumgyártás rendkívül gyors fejlődésnek indult. Az első ötéves terv folyamán a timföld- és alumíniumipar teljesítménye a felszabadulás előtti állapotokhoz képest megötszöröződött. Ezt a rohamos fejlesztést azonban nem követte a féglyártmány-gyártás hasonló ütemű fejlődése. Az újonnan épült timföldgyárakat, és a már meglévő üzemeket a Bayer-féle rendszer alapján bővítették. Az alumíniumkohók fejlesztése már a legkorszerűbb felsőtüskés árambevezetésű rendszerrel dolgozó kádakkal történt.

A Fémipari Kutató Intézet létesítése és felszerelése lehetővé tette, hogy a fémipar területén minden kísérlet szükség esetén nagylaboratóriumi méretben is végrehajtható legyen.

A timföldipari kutatás három irányú volt: a Bayer-eljárás módszerének további javítása, a timföldgyári melléktermékek feldolgozása, és a Bayer-eljárásra nem alkalmas bauxitok feldolgozásának kérdése. A kutatómunka főbb állomásai voltak: az iszkaosztgyörgyi bauxitok feltárhatóságának vizsgálata, a nedves őrlés, a nagynyomású feltárás, a vörösiszap ülepedésének vizsgálata, a hidrolízis jelenségének vizsgálata stb. A vörösiszap feldolgozására kidolgozott módszer azt eredményezte, hogy a vörösiszaból a benne levő nátron és timföld egy része kinyerhető, míg az így visszamaradó másodlagos vörösiszap nagy vastartalma folytán vasra jól kohósítható; a nyersvas termelése után visszamaradó salak pedig elég dús titántartalmú ahhoz, hogy a titán kinyerésével érdemes legyen foglalkozni.

A fémtitán előállításának eredményeiről *Gillemot László* lev. tag az 1951. és 1954. évi, a fémtitánnal ötvözött acélok előállításának eredményeiről pedig az 1953. évi Akadémiai Nagygyűlésen számolt be. Az alumíniumkohászat terén a kutatómunka eddigi eredményei az energiahatásfok jelentős növelését teszik lehetővé.

Verő József akadémikus kimagasló eredményt ért el a fémek kristályosodására vonatkozó kutatómunkája során. A kutatás az olvadt fémek dermedésénél keletkező, ún. kristálycsírák keletkezésének befolyásolását célozta.

A kristálycsírák képződésének kutatása az öntött fémek szövetének vizsgálatát nagyban elősegíti, és az elért eredmények nemcsak hazai, hanem a külföldi szakirodalom szempontjából is igen jelentősek.

A fémek képlékeny alakítása terén Geleji Sándor akadémikus ért el nemzetközileg is elismert nagy jelentőségű eredményeket. Az utolsó tíz évben vizsgálataiban kidolgozta az első olyan számítási eljárást, amelynek segítségével

a hengerlésnél jelentkező erőket és teljesítményszükségeket gyakorlati pontossággal ki lehet számítani; kidolgozta a hengerlésnél mutatkozó szélesedésre és előresietésre vonatkozó első matematikailag is megfogható elméletet, amely jól egyezik a kísérleti eredményekkel. Kidolgozta továbbá a csőhengerlés elméletét, a hűtőpadok méretezésének alapelveit. Több országban megjelent könyveiben publikált eredményeiért kormányzatunk kétszer is kitüntette Kossuthdíjjal.

A gépészet terén a szocialista iparosítás jelentős követelményeket állított gépészeti tudományaink elé. Ezért az egyes gépész tanszékek jelentős anyagi támogatása és ipari kutatóintézetek létrehozása megteremtette a szervezett gépészeti kutatás alapjait.

Jelenleg a budapesti és miskolci gépészmérnöki kar 16 tanszékén és 4 ipari kutatóintézetben folyik gépészeti kutatómunka.

Üzemeinkben, különösen a Rákosi Mátyás Művek Szerszámgép Gyárában végzett munka már több korszerű és exportképes szerszámgép sorozatgyártását tette lehetővé. Szerkesztés, illetve kivitelezés alatt áll 2 különböző típusú magyar precíziós fogköszörűgép.

Kiemelkedő eredményt értek el a Rákosi Mátyás Művekben a Kossuthdíjjal kitüntetett feltalálók, *Cseperkálóvics* és *Paxián* a melegen hengerelt fogaskerékgyártás gépi berendezésének kifejlesztésével és módszerének kidolgozásával.

A hazai igények kielégítésén kívül export szempontból is jelentős eredményekre vezetett a motorkerékpárok, teherautók és önhordó karosszériájú autóbuszok kialakítására és fejlesztésére irányuló kutató és szerkesztő munka.

Különösen szerszámgépgyártásunk szempontjából kiemelkedő tudományos eredmény az egységes magyar fogazási rendszer kidolgozása. A munka alapját azok az elméleti kinematikai és szilárdságtani vizsgálatok alkotják, amelyek a Ganz Gyárban *Botka Imre* és a Budapesti Műszaki Egyetem Gépelemek Tanszékén *Vörös Imre* vezetésével folytak, és amelyek az említetteken kívül a Miskolci Műszaki Egyetem Gépelemek Tanszékén még ma is folynak.

Az áramlástechnika terén gazdaságilag nagy jelentőségű a radiális átömlésű szellőzők áramlási viszonyainak *Gruber József* részéről való tisztázása. A munka eredményeképpen az eddig gyártott 40–60%-os hatásfokú szellőzők helyett 70–80%-os hatásfokú szellőzőket állíthatunk elő. Ezzel elértük a korszerű külföldi szellőzők minőségét.

Az elméleti hidraulikai kutatások terén kiemelkedő eredményeket ért el *Pattantyús Á. Géza* lev. tag vezetésével a Budapesti Műszaki Egyetem Vízgépek Tanszéke. A MÁVAG-Gyárban *Corup Ferenc* olyan új típusú bányaszivattyút tervezett és készített, amelynek hatásfoka az eddigi 50–60% helyett 83,4%.

A Mezőgazdasági Gépészkísérleti Intézet legfontosabb feladata az ország éghajlatához és talajviszonyaihoz igazodó gépesítési rendszer kidolgozása volt. Ilyen céllal alakították ki — egy szovjet típus átdolgozásával — a magyar aratókombájnt, amely már az elmúlt aratási idényben beváltotta a hozzá

fűzött reményeket. Az így kidolgozott konstrukció az exportkövetelményeket is kielégíti. A »Csepel« teherautómotornak traktormotorrá való átalakítása a Mezőgazdasági Gépkísérleti Intézet és a Járműfejlesztési Intézet kollektív munkája, élükön *Rázsó Imre* lev. taggal és *Winkler Dezső*vel — felhasználva a szovjet javaslatokat is. A múlt nyáron üzemben tartott kísérleti traktormotorok teljesítették az előírt követelményeket.

Malomiparunk fejlesztése terén a Budapesti Műszaki Egyetem Vegyipari Gépek és Mezőgazdasági Iparok Tanszékén kidolgozott új őrlési rendszer az eddiginél sokkal jobb kiörlést biztosít, és az egész malom teljesítőképességének növekedését eredményezi.

A Vasipari Kutató Intézet Hegesztési Osztálya *Zorkóczy Béla* vezetésével kiemelkedő eredményeket ért el különösen a szerszámélfelrakó és az öntöttvas ívhegesztés terén.

A legújabb kísérleti adatok szerint a *Zorkóczy Béla* részéről kidolgozott szerszámélfelrakó hegesztési módszer teljesen feleslegessé teszi a szerszámok utólagos edzését. Ez a körülmény több száz tonna szerszámacél és százmilliókra menő pénzbeli megtakarítást eredményezhet.

A *műszer és mérés technika* terén a műszeripari kutatás egyik jelentős feladata volt az elektronikus mérőműszerek kifejlesztése. A kutatómunka eredményeképpen sikerült megalkotni — többek között — a precíziós szűrőkristály csiszolást, a nyomda- és textilipari méréseknél bevált *Striker György*-féle mikrofotométert, *Istvánffy Edvin* munkája nyomán a mágneses koercitív erő mérésére szolgáló berendezést, a távhőmérés céljára szolgáló elektronikus kompenzográfot, a hálózatvédelmi reléket, továbbá a rádiótechnika, a televízió és a kozmikus sugárzás, illetve radiológiai jelenségek vizsgálatához szükséges műszereket. Külön is meg kell emlékezni az Akadémia Mérés technikai és Műszerügyi Intézetének kutatási eredményeiről, amelyek során sikerült egyebek közt olyan újszerű, hőszugárzáson alapuló hőmérési eljárást kidolgozni, amely mozgó gépalkatrészek hőmérsékletének érintés nélküli mérésére alkalmas.

Az *optika és finommechanika* területén *Tárczy-Hornóch Antal* akadémikus és munkatársai a földmérés céljára új szintezőműszert dolgoztak ki, amely iránt külföldön is nagy érdeklődés mutatkozik. Megoldást nyert a precíziós szemüveglencse csiszolás, amelynek eredményeképpen ma már a hazai szükséglet ellátására és exportra is gyárt az ipar jó minőségű szemüveglencsákat. Elkészült az első hazai normálfilmes fényképezőgép. Elméleti jelentősége mellett gyakorlatilag is hasznos az az eljárás, amely a lencsék felületén bekövetkező homályosodás leküzdésére és a lencsehibák interferenciás módszerekkel való vizsgálatára alkalmas. Ki kell emelni *Bárány Nándor* lev. tag Kossuth-díjjal jutalmazott »Optikai mérések« című ötkötetes átfogó művét, valamint számos honvédelmi célra szolgáló optikai és egyéb mechanikai precíziós műszer kidolgozását.

Az *automatika kifejlesztése* elsősorban ipari vonalon indult meg. Első eredményei közé tartozik az esztergapadokra alkalmazható hidrofix önműködő

másolószerkezet. Ezenkívül számos villamos, hidraulikus és pneumatikus autómátika részére készültek elemek.

Külön is ki kell emelni a Szovjetunió segítségét, ahonnan megkaptuk a sztálinvárosi kohómű automatikájára vonatkozó teljes tervdokumentációt.

A *híradástechnika* több, egymáshoz aránylag lazán kapcsolódó ágazatból áll, amelyekkel külön kell foglalkoznunk.

A *távbeszélő- és kapcsolástechnika* területén kiemelkedik *Ács Ernő*nek az eddigiektől lényegesen eltérő, elektronikus elemeket tartalmazó új telefonkapcsológépe, amelynek 600 vonalas prototípusa gyártás alatt van. Az *átviteltechnika* legjelentősebb eredménye a Beloiannisz Gyárban kollektív fejlesztő munkával megvalósított 12 csatornás vivőhullámú távbeszélőrendszer, amelynek segítségével a távkábelek teljesítőképessége megsokszorozható és lényeges rézmegtakarítás érhető el. Nem sokkal a felszabadulás után megindult a kutatás a *mikrohullámú átviteltechnikában* is, ahol *Bognár Géza* lev. tag és munkatársai elkészítették egy 24 csatornás berendezés prototípusát, amely nagy távolságok áthidalására is alkalmas. A híradástechnikai kutatás során sikerült olyan új elméleti összefüggések levezetése, amelyek megoldották az irányítóvevőantennák számítását. A *Dénes Péter* által kidolgozott elektrolitikus vaspur felhasználásával a pupin és szűrőtekeresek porvasmagjai hazai alapanyagból készíthetők el.

A vákuumtechnika területén a tudományos munka főleg a wolframkutatás és az elektroncsövek fejlesztése irányában haladt. Ezek a kutatások elsősorban *Millner Tivadar* lev. tag és *Neugebauer Jenő* nevéhez fűződnek. A wolframfém megmunkálhatósága jelentősen javult, lehetővé vált olyan rezistens izzólámpák előállítása, amelyek a világpiacon jelenleg a legjobbak. Sikerült a már korábban is jórívű magyar elektroncsöveket továbbfejleszteni és *Winter Ernő* lev. tag irányításával az eddiginél tökéletesebb, új oxidkatódokat kifejleszteni. *Szigeti György* lev. tag és munkatársai eredményes kutatásokat folytattak a félvezetők fizikai sajátságainak tisztázására. Jelentősek a fénycsövek világítóanyagával kapcsolatos kutatások eredményei.

A *könnyűipar* terén az új kutatóintézetek a textil-, bőr-, fa-, papír- és nyomdaipar területén értek el eredményeket. A hazai nyersanyagbázis kiszélesítése terén kiemelkedő eredmény pl. a szalma-cellulóz-gyártás kidolgozása.

Nagy jelentőségű a *Zilahi Márton* és munkatársai által kidolgozott részlegesen acetilezett hőálló, rothadásálló szigetelőfonal előállítása, a *Rusznák István* és *Bonkáló Tamás* kísérletei nyomán megvalósított folyamatos fehérítés a pamutiparban, a *Fehér István* kezdeményezésére kidolgozott üveglapos bőrszárítás, amely a felsőbőr hozamát 10%-kal növelte, továbbá a Faipari Kutatóban kidolgozott ragasztott gerendák és vasúti talpfák gyakorlati megoldása. A Textilipari Kutató Intézet *Földes Pál* irányításával új ellenőrző műszereket dolgozott ki, amelyek lehetővé tették a vizsgálatok meggyorsítását és finomítását. Ezek a műszerek külföldön is nagy feltűnést keltettek és jelentős exportrendeléseket hoztak.

Az *élelmiszeripar* területén elért tudományos eredményekről a Vegyészeti Osztály számol be, úgyhogy ezekre itt nem térek ki.

Építészet. Az építéstudomány egyes ágazatait külön-külön kell áttekinteni ahhoz, hogy az építészettudomány munkásságának és fejlődésének átfogó képét fel lehessen vázolni. Az *építőanyagtudomány* területén a *Korach Mór* kezdeményezésére megindult kutatómunka elsősorban a hazai nyersanyagok fokozottabb felhasználására irányult. Ennek nyomán sikerült az első hazai lágyporcelán összetételét kidolgozni és a heterogén cementek egész sorát megszerkeszteni. A szilikátok rendszeres kutatása új kerámiai nyersanyagokat eredményezett, amelyeket már a finomkerámiai és tűzállóanyagipar nagy mennyiségben hasznosít. Különösen eredményesek voltak a könnyű építőanyagok és új nedvesség-szigetelő anyagok gyártáseljárásának kialakítására irányuló kutatások, amelyek lehetőséget adtak az építkezési költségek csökkentésére. Jelentős eredmény az alagútkemencék működésének *Korach Mór* által kidolgozott elmélete.

Az *építéstudomány* területén sikerült továbbfejleszteni a törési elméletet és annak elveit a gyakorlatba átvinni. A tartószerkezetek méretezésének új módszere nyomán újszerű, merész szerkezetek születtek, amelyek egyben az anyag jobb kihasználását is jelentették. Az építéstudomány egyik legjelentősebb eredménye az előregyártás kifejlesztése. Az új erőművek létesítésénél, továbbá a kazincbarcikai és sztálinvárosi építkezéseknél használt nagyméretű vasbeton elemek, különösen *Major Sándor* és több más feltaláló konstrukciói, világszerte elismerést váltottak ki. A fűtési berendezések korszerűsítésében új utat jelent a sugárzófűtés kifejlesztése és gyakorlati bevezetése. Számos tudományos probléma megoldását tette szükségessé a nagyarányú építkezések gépesítése. A műszaki jellegű építéstudomány mellett *Major Máté* lev. tag munkássága nyomán megindult a marxista, egyetemes építészettörténeten alapuló *építészetelmélet* tudományának megteremtése. A hazai *településtudomány* bár új tudományág, kifejlesztette a települések létesítésének hazai alapelveit, és ezzel segítséget nyújtott az új, szocialista városok felépítéséhez.

Út-, vasút- és hídépítés. A forgalmi igények növekedése a közutak tervezése terén is szükségessé tette a tudományos kísérletek és új elméletek alkalmazását. Kifejlődött az utak talajmechanikai vizsgálata és a felfagyás elleni védelme. Az aszfalt-utaknál nagy lépést jelent a hazai bitumenek alkalmazásának és építésmódjának új, tudományos elvek alapján való bevezetése. A közutak építkezésével összefüggő kutatómunka kapcsolatos a vasutak felépítményének létesítésére vonatkozó új módszerekkel. Feszített vasbeton-alj próbaszakaszok létesültek. Lényeges fejlődés volt tapasztalható a vasúti biztosítóberendezések terén is. A pályák és állomások tervezése új irányelvek alapján történt. A budapesti földalatti vasút építésének számos megoldásmódját a varsói földalatti vasút építkezésénél is átvették.

A legnagyobb haladás a hídépítés terén volt tapasztalható, amiben kiemelkedő szerepe volt *Széchy Károly* lev. tagnak. A hídépítésnél kifejlesztett új

anyagok közül elsősorban a feszített betonszerkezeteket és az egyik, kisebb közúti hídnál kísérletképpen alkalmazott alumíniumszerkezetet kell megemlíteni.

Az új pécsi közúton megépült az ország legnagyobb és világviszonylatban is számottevő felsőpályás vasbeton ívhídja és előregyártott 210 méter hosszú völgyáthidalása.

Közlekedés. A felszabadulás után megnövekedett forgalmi szükségletek kielégítése szükségessé tette a közlekedés egész területének tudományos vizsgálatát, elsősorban a szovjet közlekedéstudomány módszereinek és tapasztalatainak átvételével. A *Csanády György* kezdeményezésére megindult és folyamatban levő vizsgálatok főbb kérdéscsoportjai: a közlekedési berendezések teljesítőképességének szabatos meghatározása, a szállításoknak az egyes közlekedési ágak között való legcélszerűbb megosztása, az önköltségek pontos ismerete és összehasonlításuk alapjának kialakítása, a közlekedési üzemi munka szervezésének és megtervezésének tudományos előkészítése, a korszerű járműtípusok kialakítása, a vasút villamosítás kérdései.

Műszaki tudománytörténet. A felszabadulás előtti időkben szórványosan és kizárólag egyéni kezdeményezésből kiinduló műszaki tudománytörténeti kutatómunka összefogása és tervszerű irányítása a felszabadulás után, elsősorban *Vadász Elemér* akadémikus fáradhatatlan munkássága nyomán, jelentékeny eredményekkel járt. Ilyen irányú a földtan területére eső példamutató munkája, »A földtan fejlődésének vázlata« és a Budapesti Egyetem Földtani Tanszékének 100 éves története. Ezenkívül megjelent több hazai vonatkozású műszaki tudománytörténeti és felsőoktatás történeti monográfia (*Bánki Donáth*, *Balla Antal*, *Petzvál József*, *Schafarzik Ferenc*, *Institutum Geometricum* stb.). Eredményes kutatómunkát végzett az Akadémia levéltári kutatócsoportja is, főleg a XVIII. század magyar mérnökei életére és működésének feltárására vonatkozóan. Megjelent a műszaki emlékek védelmét biztosító törvényerejű rendelet, megindultak bizonyos előkészítő munkálatok a Műszaki Múzeum felállítása érdekében. Feltűnő érdeklődést váltott ki és kimagasló eredménnyel járt a hazai vonatkozású műszaki tudománytörténeti dolgozatok írására meghirdetett pályázat. A benyújtott pályázatok közül kiemelkedő a »Régi magyar vízimérnökök tiszavölgyi felmérései és vízi munkálataik eredményei a kiegyezés koráig«, »Vásárhelyi Pál tiszaszabályozási tervei és a szabályozás végrehajtása«, amelyek értékes anyaggal gazdagították hazai műszaki tudománytörténeti irodalmunkat. Egy, a műszaki tudománytörténet időszerű kérdéseiről megtartott vitauülés rámutatott arra, hogy szükséges lenne egy Műszaki Tudománytörténeti Kutató Intézet felállítása.

II.

Az általános összefoglalás, amelyet az előbbiekben adtam, csak kiragadott példákkal érzékeltethette azt a lendületes fejlődést, amely a felszabadulás után, de különösen a legutóbbi 5—6 év alatt kibontakozott. Arra is rámutattam, hogy

e fellendülésnek legtöbb jelentős eredményében volt osztályunknak bizonyos segítő, kezdeményező vagy irányító szerepe. Ez könnyen érthető, ha figyelembe vesszük, hogy bizottsági rendszerünk a legjobb erőket egyesíti, akik képesek a tudományt, vagy legalábbis eredményei realizálását alkotó módon előbbre vinni. Ilyen részletekből összetett mozaikszerű kép azonban még nem adhat közvetlen választ arra a főkérdésre (amelyet egy ilyen messzire visszatekintő beszámoló nál feltétlenül fel kell tennünk), hogy volt-e *osztályunknak határozott tudománypolitikai irányvonala, és mennyiben felelt az meg népi demokráciánk és pártunk politikai fővonalának*, ami lényegében a szocializmus ismert alaptörvényének minél nagyobb megközelítésére való törekvés. Ezt a kérdést szeretném Osztályunk tevékenységének néhány olyan alapvetően fontos megnyilvánulásában megvilágítani, amelyek ilyen tudománypolitikai irányvonalnak közvetlen kifejezői lehetnek.

Itt van mindjárt Osztályunk szervezeti felépítése. Abból indultunk ki, hogy az Akadémia átszervezése és Osztályunk létesítése elsősorban azért történt, hogy az ipar mielőbb kapjon minél messzebbmenő, minél intenzívebb és mélyebb-reható tudományos segítséget, nemcsak távlati fejlesztésének előkészítéseként, de adott termelési feladatai megvalósításához is. Ezért fejlesztettük olyan széleskörűen bizottságainkat, amelyek foglalkoztak olykor még olyan kérdésekkel is, amelyek megoldása szorosan vett üzemi feladata lett volna egyes vállalatoknak. Hivatkozom pl. arra a munkára, amelyet híradástechnikai és fémkohászati bizottságaink és akadémikusaink a Remix-anyagok megjavítása céljából folytattak. Ezeknek a normális minőségben való előállítására nyilván közvetlen kötelessége lett volna a termelő üzemeknek. Miután azonban láttuk, hogy azok ezekkel a feladatokkal nem képesek megbirkózni és a minisztérium is képtelen őket ezekben a nagy tudományos felkészültséget követelő kérdésekben kellőképpen segíteni, gyakorlatilag is közvetlenül kézbe vettük ezt a kérdést, mert az adott helyzet nemcsak veszélyeztette egész híradástechnikai ipari exportunkat, de minden további fejlesztés lehetőségét is. Ebből a beavatkozásból komoly eredmények születtek. Hasonló példákat, ha nem is ennyire eklatánsakat, bizottságaink nem kis számban tudnának felmutatni.*

Itt kell megemlítenem, hogy a múlt évben bizottságaink jobb összefogása és irányítása érdekében Osztályunk igen fontos szervezeti intézkedést tett, amennyiben 3 osztályvezetőségi intézőbizottságot, mégpedig egy iparit, egy földtudományit, és egy építés- és közlekedéstudományit hozott létre, amelyek a saját szakterületük tudományos és szervezeti kérdéseit, ideértve bizottságaik irányítását is, közvetlenül intézik, természetesen az Osztályvezetőség előtti felelősséggel. Ennek a szervezeti intézkedésnek nagy elvi jelentősége is van, mert nagyobb önálló fejlődési lehetőséget biztosít az egyes tudománycsoportoknak, és előkészíti esetleg a jövőben létesülő új akadémiai osztályok megalakulását.

* A beszámolóban a bizottságokról szóló részét itt kihagytuk, miután azt »A kollektív tudományos munka új szocialista formája« c. tanulmány részletesebben ismerteti. Szerk.

Egy következő komoly politikai jelentőségű kezdeményezésünk *a tudományos kutatás első öt éves tervének kidolgozása* volt. Érthető, hogy ez a kezdeményezés éppen a Műszaki Tudományok Osztályáról indult ki. Az iparral való közvetlen kapcsolatok mellett nyilvánvaló volt előttünk, hogy a rendkívül feszített népgazdasági feladatok megkövetelik a legintenzívebb tudományos alátámasztást és segítséget. Ennek a tervnek kidolgozása igen nagy jelentőségű volt Osztályunk szervezeti és tudományos megerősödése szempontjából is. Kidolgozásával kapcsolatban sikerült több száz szakembert bevonnunk az Osztály munkájába, akiknek nagy része azután bizottsági rendszerünkben állandó munkatársunk is maradt. Sajnos ez a terv nem volt megvalósítható és nem is nyert kormányzati megerősítést. Célkitűzéseiben ugyanis szükségképpen a felemelt öt éves tervhez alkalmazkodott, s ezért megvalósításához olyan anyagi eszközökre lett volna szükség, amelyeket a népgazdasági feladatok feszítettsége mellett csak kis részben lehetett kielégíteni. Tudományos tartalmában azonban, így is igen jelentős munkának kell tekintenünk — és ezt illetékes vezető szerveink el is ismerték —, mert nagy alapossággal és mélyrehatóan tárta fel hazánk szocialista átalakításának legfőbb, csak időben eltolható, de egyébként mindenképpen megoldandó műszaki tudományos feladatait, és jó kiindulásul szolgált második öt éves tudományos tervünk kidolgozásához.

Az első 5 éves terv egyes fontos részfeladataira vonatkozóan, mint például az erőműépítéseket, a kazángyártást, egyes kohászati fejlesztési feladatokat illetően, külön is több igen komolyan kidolgozott előterjesztést tettünk, amelyek megfelelő figyelemben is részesültek.

Az 1953. évi júniusi plénum határozataira Osztályunk azonnal reagált. Kötelességünknek tartottuk levonni az első 5 éves terv tervezési hiányosságainak tanulságait, és ebből *a leglényegesebbnek azt láttuk, hogy a népgazdasági fejlesztésben a tudomány, illetve az Akadémia szerepének nem akkor kell kezdődnie, amikor a soronlevő távlati terv keretei már adottak, hogy azután ehhez hozzá illesszünk egy tudományos kutatási tervet, hanem már a tervezés első fázisában a tudománynak, illetve az Akadémiának kell felderítenie a műszakilag és gazdaságilag lehetséges maximális kereteket*, hogy pártunk és kormányzatunk az összes politikai szempontok mérlegelésével, tudományosan megalapozott reális adatokra támaszkodva határozhassa meg a fejlesztés valóban megvalósítandó keretét. Ebből a meg gondolásból kiindulva dolgozta ki Osztályunk saját kezdeményezéséből népgazdaságunk távlati ipar- és közlekedésfejlesztési tervének első vázlatát. Ez a terv óriási, megfeszített munkája volt bizottságainknak, amelyet el is juttattunk illetékes vezető gazdasági szerveinkhez.

Ez a terv természetesen csak első megközelítésben deríthette fel az ipar és a közlekedés ágazatainak szükséges és lehetséges fejlesztési keretét ; nem fűződött a maga egészében fix határidőkhöz, hanem attól függően, hogy kormányzatunk hogyan ítéli meg az ország teherbíróképességét, egyes részleteinek 8—10—12 év alatt való megvalósítását javasolta. Van azonban három katego-

rikus javaslata a tervnek, amelyet szükségesnek tartok itt kiemelni. Az egyik az, hogy a villamosenergia termelés növekedésének évi minimuma legalább 12% legyen, és hogy ezt megfelelő erőmű-kapacitás építéssel már a második öt éves tervben meg kell valósítani.

Másodszor, hogy a szénttermelést lehetőleg ugyanazon idő alatt a jelenleginek mintegy másfélszeresére kell növelni, és harmadszor, hogy a kohászatnak az ország egész acélszükségletét hazai termeléssel kell fedeznie. Úgy gondolom, hogy akkor, amikor a Nagy Imre miniszterelnök által képviselt nézetek hatása alatt egyik-másik minisztérium a nehézipar visszafejlesztésére gondolt, akkor ilyen tervjavaslat előterjesztése, még jóval a III. Pártkongresszust megelőzően, eléggé bizonyítja, hogy műszaki tudománypolitikánk helyes volt, megfelelt pártunk felfogásának, országunk érdekeinek. Ez idén ennek a tervnek egyes fontos részleteire vonatkozóan, mégpedig az erőműépítésekre, a kohászat fejlesztésére és a híradástechnikai ipar fejlesztésére még külön belfőntően kidolgozott javaslatokat terjesztettünk kormányzati szerveink elé. Átfogó javaslatot terjesztettünk elő a közlekedés helyzetéről és ezzel kapcsolatos legsürgősebb feladatairól is. Ide kell számítanunk még a vízgazdálkodási keretterv elkészítését és a 15—20 éves energetikai terv megkezdett kidolgozását.

Félreértések elkerülése végett — noha ez egészen magától értetődőnek látszik — rá kell mutatnom arra, hogy mindezek a távlati fejlesztésre vonatkozó javaslatok a legkevésbé sem helyettesíthetik a tervhivatal, a minisztériumok és általában az arra illetékes gazdasági szervek ez irányú munkáját. Itt csak konzultatív tudományos segítségéről van szó a gazdasági szervek számára; tapasztalatunk szerint ezek a javaslatok számukra valóban komoly segítséget is jelentettek, habár hivatalosan ezt ritkán szokták elismerni, vagy inkább csak az ilyen nagyvonalú munkánál elkerülhetetlen kisebb, nagyobb hibák bírálatára szorítkoznak. Meg kell azonban jegyezni, hogy e javaslatok kidolgozásában részt vett azoknak a szakembereknek, sőt intézményeknek is nagy része, akiknek, illetve amelyeknek államigazgatási vonalon is foglalkozniuk kell e feladatok kidolgozásával. Ezek szívesen áldozták itt erre idejüket, mert itt sokkal szabadabban vitathatták meg a felmerülő problémákat, mint munkahelyükön, a szolgálati viszony korlátozó körülményei között; módjukban volt sok tudományos szakemberrel, közeli és távolabbi rokonterületek szakbizottságaival is eszmecserét folytatni, amire munkahelyükön sokkal korlátoltabb lehetőségeik vannak. Ez hivatali vonalon való tevékenységük számára is igen jelentős segítséget jelentett. Ezeket a körülményeket figyelembe kell venni akkor, ha az Akadémia szerepét a távlati tervezésben tárgyilagosan, az országos érdekek szempontjából, a hivatali hatáskör, féltékenységi szempontok kizárásával kívánjuk megítélni.

Mind tudománypolitikai, mind népgazdasági szempontból igen fontos volt az a munka, amelyet Osztályunknak az utóbbi fél évben az ipari kutatóintézetek racionalizálásával kapcsolatban kellett elvégeznie.

Nem kétséges, hogy az ipari kutatóintézetekben is volt a szükségesnél több adminisztratív és segédzemélyzet, sőt magában a kutatómunkában is voltak jelentős ésszerű megtakarítási lehetőségek, amelyek kihasználása feltétlenül szükséges és indokolt volt. Mégis a leghatározottabban helyteleníteniünk kellett olyan racionalizálási terv megszületését, amelynek megvalósítása ipari kutatóintézeteinknek 5—6 év alatt nagy áldozatokkal létrehozott kutatási kapacitását nagy mértékben csökkentette, és a kutató káderek egy részének szétszórásához, az intézetekbe beruházott hatalmas összegek részleges befagyasztásához vezetett volna.

Osztályunk vezető kormányzati szerveink figyelmét felhívta ilyen intézkedés súlyos következményeire. Kormányzatunk az Akadémiát, lényegében a Műszaki és Vegyészeti Osztályt bízta meg egy, a kutatómunka szervezését valóban ésszerűbbé és ezzel olcsóbbá is tevő tervezet kidolgozásával. Ez a feladat szükségessé tette, hogy igen behatóan foglalkozzunk az ipari kutatás és az egyes ipari kutatóintézetek helyzetével és kétségtelen, hogy így szerzett tapasztalataink és szorosabbá fűződő kapcsolataink nemcsak ennek a feladatnak a megoldásához segítettek, de további tudományos munkánkban is igen hasznosak lesznek.

A vizsgálatok kétségtelenné tették, hogy — egyes, célszerűen helyrehozható aránytalanságoktól eltekintve — az ipari kutatás hazánkban semmiképp sem tekinthető túlméretezettnek. Ellenkezőleg, éppen a márciusi határozatok végrehajtása, a minőségjavítás, az önköltségsökkentés, az export fejlesztése stb. érdekében egész sor területen, mint a híradástechnika, bányászat, építőanyag, vaskohászat, élelmiszeriparok, hőtechnika, villamosgépészet terén a kutatási kapacitás mielőbbi fejlesztésére és erősítésére lenne szükség. Az erre fordított kiadások nem terhelnék, hanem már 1—2 év múlva érezhetően tehermentesítenék népgazdaságunkat.

Az intézeti vezetők és a többi érdekelt szervek bevonásával kidolgoztunk egy javaslatot a kutatóintézetek belső vezetésének és felsőbb irányításának új ügyviteli rendjére is, amely az intézetek vezetőinek sokkal nagyobb önállóságot biztosítana, és az önelszámolás részleges bevezetésével lehetővé tenné az állami költségvetés nagymértékű tehermentesítését. Ugyanekkor az intézeti és az üzemi dolgozók érdekeltté tételével messzemenően biztosítaná az elért eredmények tényleges realizálását is, illetve azt, hogy az intézetek olyan témákon dolgozzanak, amelyre az iparnak valóban szüksége van, és amelyek realizálását már a kutatás kitűzésekor intézményesen biztosítani lehet. Egyidejűleg javaslatokat dolgoztunk ki bizonyos szervezeti intézkedésekre és a legsürgősebben végrehajtandó fejlesztésekre. Az Osztály részéről erre a célra kijelölt racionalizálási bizottság és annak albizottságai, Geleji Sándor akadémikus irányításával, Bella Ede kandidátus és munkatársai fáradhatatlan szervező munkájával, igen nagy és lelkiismeretes munkát végeztek, és ezért nekik az Osztályvezetőség nevében itt is köszönetet mondok.

Nem tartozik ugyan hozzánk, de a tudományos kutatás mellett a technika terén nem kis jelentősége van az egyéni feltalálói tevékenységnek sem. Az iparban felbukkanó jelentős találmányok közül nem egy olyan van, amelyek teljes kidolgozását nincs módunkban valamelyik kutatóintézethez irányítani, termelőüzem pedig még kevésbé alkalmas erre. Ezért nagy jelentőségű volt a bonyolultabb találmányok kidolgozására az Újításokat Kivitelező Vállalat létesítése, amelynek életképességét az adta meg, hogy kormányzatunk a Találmányi Hivatalnak évről-évre elég jelentős szabad pénzügyi keretet bocsátott rendelkezésére, a találmányok kidolgozásánál mutatkozó, előre semmiképp sem tervezhető költségek fedezésére. Sajnálattal kell megállapítanom, hogy ez a vállalat, amely a találmányok megvalósítására tényleg alkalmas és hivatott üzem lenne, műszaki haladásunk komoly kárára erősen visszafejlődött és összezsugorodott. Több ízben cserélt gazdát, akik mindegyike igyekezett ezt a maga képére átalakítani, és lehetőleg ráerőszakolni a termelőüzemekre vonatkozó tervezési, ügyviteli és gazdasági szabályokat, amelyek találmányok kidolgozásánál teljesen alkalmazhatatlanok.

Az idén is egy újabb gazdaváltozás következtében figyelemre méltó találmányok egész sorának kidolgozása szakadt meg, amelyek kidolgozásába pedig már eddig is jelentős összegeket fektettünk. A 32 félretett találmány közül legalább 18—20 ígérkezik nagy jelentőségűnek. Közéjük tartozik például a már 2 évvel ezelőtt Kossuth-díjjal kitüntetett Gál és Gerber-féle mélyfúrógép és az ehhez kapcsolódó további találmányok, a hidromotor és hidroperforátor, amelyek kidolgozása eddig is hihetetlen lassúsággal haladt előre, holott mielőbbi megvalósításukhoz különösen olajbányászatunknak igen nagy érdekei fűződnek. Osztályunk nem nézheti közömbösen, hogy jelentős ipari találmányok kidolgozása hogyan alakul hazánkban, és egyebek közt megfontolásra javaslom azt a gondolatot, hogy az UKV-nak kutatóintézeti statutumot kellene adni, és kooperációba hozva a többi akadémiai tudományos intézményekkel, a Műszaki Tudományok Osztálya felügyelete alá kellene kerülnie.

Mint komoly tudománypolitikai jelentőségű kezdeményezést kell még megemlítenem a műszerügyi szolgálat és műszerkölcsonzés megszervezését Mérés-technikai és Műszerügyi Intézetünkben, amely nagy devizamegtakarítás mellett igen jelentősen segíti elő a kutatóintézetek, tanszékek és laboratóriumok tudományos munkáját. Hasonló célokat szolgált a Kutató Eszközök Gyártó Vállalat létesítésére vonatkozó javaslatunk is.

Végül még megemlítem, hogy éveken keresztül szorgalmaztuk sokoldalú és nagyszámú műszaki delegációk kiküldését a lipcei nemzetközi ipari vásárookra. Ezek a vásárok mutatják legkoncentráltabban és a legszemléltetőbb módon a világtechnika fejlődését. Ez idén végre sikerült az MTESz rendezésében egy 60 tagú műszaki delegációt kiküldenünk, és nemcsak beszámolóik, de számos, a termelésben, vagy a szerkesztésben már érvényesülő tapasztalat is mutatja, hogy mérnökeink sokat tanultak ezen a kiránduláson. Feltétlenül rendszeresíte-

nünk kell és meg kell ismételnünk évenként ezeket a kiutazásokat, de úgy, hogy a jövőben Osztályunk tagjai is azon sokkal nagyobb számban vehessenek részt.

*

Mindaz, amiről előadásomban eddig beszámoltam — legalábbis szerény véleményem szerint — arra mutat, hogy Osztályunk helyesen értelmezte a népünk bizalmából reá háruló feladatokat, és helyes módszereket is választott azok megoldására.

Szememre vehetnék azonban, hogy mind ez ideig műszaki haladásunknak és a Műszaki Osztály munkájának főleg csak pozitív oldalait világítottam meg, holott már eléggé kimerítettem türelmüket, s így a hiányosságok nem kevésbé szükséges elemzésére alig marad idő. Úgy gondolom, hogy ilyen jubiláris jellegű beszámolóknál ez nemcsak érthető, de indokolt és szükséges is. A mindennapi életben ugyanis mindig elégedetlenek vagyunk valamivel — hiszen ez az elégületlenség egyik fő rugója a haladásnak —, és a sok kisebb-nagyobb nehézség fölötti jogos elégületlenségünkben nem méltányoljuk kellően, sőt olykor le is becsljük általános haladásunknak a műszaki tudományok terén is megmutatkozó nagyvonalúságát és hatalmas eredményeit. Indokoltnak tartottam tehát, hogy az erdőről beszéljek, és ne a fákról.

Mindez természetesen nem jelenti azt, hogy munkánkkal túlságosan meg lehetünk elégedve, különösen ami a legutóbbi év munkáját illeti.

Bizottságaink egy részének munkája az utóbbi évben nem fejlődött eléggé, egyeseké vissza is esett, vagy éppen csak az Osztályvezetőség részéről megadott egyes feladatok kimunkálására szorítkozott. Ennek azonkívül, hogy az osztálytitkári apparátus vezetése a múlt évben különböző személyi körülmények folytán a kelleténél sokkal gyengébb volt, volt egy komoly objektív oka is, mégpedig az Osztály krónikus, már több mint két éve húzódó helyiséghiánya, ami miatt a bizottságok a város legkülönbözőbb helyén jönnek össze. Ez elkedvetlenül hat magukra a bizottságokra is, és lehetetlenné teszi, hogy akár a Szaktitkárság, akár az Osztályvezetőség eléggé ellenőrizze és irányítsa munkájukat. A helyiséghiány miatt szűntek meg az akadémikusok rendszeresített fogadó órái is, amelyek a múltban kitűnően beváltak, és biztosították azt, hogy Osztályunknak úgyszólván minden tagja segítette a Szaktitkárság és az Osztályvezetőség munkáját.

Igen komoly hiányosság, amire rá kell mutatnunk, s ami különösen élesen kitűnt az ipari kutatóintézetek racionalizálása körül felmerült nehézségeknél, az a körülmény, hogy nem foglalkoztunk eléggé a műszaki kutatás és tudományfejlesztés általános, *elvi jelentőségű, szervezeti és módszertani* kérdéseivel. Ilyen kérdések pl. a kutatás tervezési metodikája, a kutatási eredmények gazdasági értékelése, a realizálás módszerei, az oktatás és a kutatás összekapcsolása az egyetemeken, az ipari kutatóintézetek és az üzemi laboratóriumok szervezetével, adminisztrációjával, pénz- és anyaggazdálkodásával kapcsolatos kérdések, a tudományos dokumentáció, és más ehhez hasonlók. Úgy gondolom, hogy Osztályunknak kizárólag szakmai tagozódását mind a Szaktitkárság, mind bizottsági

rendszerünket illetően részben funkcionális tagozódással kellene felváltani, ami megkönnyítené az ilyen elvi jelentőségű kérdésekkel való rendszeres foglalkozást. Ezzel kapcsolatban messzebbre kell mennünk az MTESz egyesületekkel való munkamegosztás és koordináció terén. Arra kell törekednünk, hogy azoknak a nagy komplex problémáknak, amelyek Osztályunk munkájának gerincét képezik, egyes fontos részletfeladatait minél nagyobb mértékben vállalják át az MTESz egyesületek bizottságai, ami annál is inkább indokolt, mert az utóbbi években számottevően emelkedett az egyesületek nagy részének műszaki tudományos színvonala. Helyénvalónak tartom itt megemlíteni, hogy az ilyen természetű együttműködés célszerűsége mellett elég világosan kialakult az Akadémia és az MTESz bizottságok közötti munkamegosztás fő irányelve, mégpedig az, hogy az akadémiai bizottság feladata a technikai módszerek tudományos tökéletesítésének elősegítése, az MTESz bizottságoké pedig az eredmények gyakorlati üzemi realizálásának előbbre vitele. Hangsúlyozom, hogy ez csak irányelv, de nem merev választóvonal, amely bármiként is korlátozhatná akár az Akadémia, akár az MTESz egészséges kezdeményezéseit.

Tavalyi Nagygyűlésünkön elfogadtuk egy műszaktudományi (nem kutató jellegű) intézet létesítésének szükségességét, amelynek egyik fontos feladata lett volna a hazánkban folyó műszaki kutatás dokumentációs nyilvántartása, valamint a hozzáférhető adatok alapján hasonló anyag gyűjtése a baráti államokból és a kapitalista országokból is. Az intézetnek fontos feladata lett volna a sok helyen folyó kutatás koordinálásában, az országos kutatási tervek előkészítésében, és bizottságaink munkáját is sokban segítette volna. Kétségtelen hibának kell tekintenünk, hogy nem szorgalmaztuk eléggé ennek az intézetnek létrehozását, ami nem követelt volna semmiféle beruházást, és aránylag kis létszámmal megindulhatott volna. Természetesen a raiconalizálással kapcsolatos intézkedések nem kedveztek egy új intézmény létesítésének, de fontosságánál fogva indokolt lett volna létesítését az Akadémia rendelkezésére álló státuszkeret bizonyos átcsoportosításával megkísérelni.

Tevékenységünk egyik legkomolyabb hiányossága, hogy a múlt évben — mint sajnos már a megelőző években is — nem fordítottunk kellő figyelmet a műszaki egyetemek kutatómunkájára, és nem törekedtünk arra, hogy az egyetemek a műszaki alapkutatás komoly bázisává fejlődjenek. Ez pedig akkor, amikor saját akadémiai kutató bázissal alig rendelkezünk, rendkívül fontos feladatunk. Hogy milyen nagy lehetőségek rejlenek itt, azt már az az egy körülmény is mutatja, hogy az egyetemi tanszékeken kb. kétszer annyi akadémikus, doktor és kandidátus, szóval a műszaki tudományok legmagasabb rétege dolgozik, mint az összes ipari intézetekben együttvéve. Azt a hibát követtük el, hogy az egyetemi kutatást csak a céltámogatás keretében és a céltámogatás terhére folytatott témákra vonatkozóan igyekeztünk befolyásolni és ellenőrizni, ami azonban a tanszékek kutató kapacitásának csak kis részét teszi ki. A budapesti Műegyetem jelenlegi rektora, Gillemot László lev. tag igen komoly intézkedése-

ket készített elő és részben már foganatosított is a Műegyetemen folyó kutatás megerősítésére, és az oktatómunka jövőbeni tudományos színvonalának emelésére. Úgy gondolom azonban, hogy egyik legfontosabb közeli feladatunk, hogy ezt a kérdést az Oktatásügyi Minisztériummal, a műegyetemek rektoraival, különösen az ott dolgozó tudósokkal együtt, behatóan megvitassuk, hogy ennek alapján az egyetemek kutatómunkájának lehetőségeit lényegesen kifejelesztő javaslatokkal fordulhassunk népi demokráciánk kormányához.

Az egyetemi kutatással és általában a műszaki alapkutatások fejlesztésével azért is kell foglalkoznunk, mert nem tekinthetjük időszerűtlennek az első, talán még tapogatózásszerű lépéseket az atomenergia hazánkban való jövőbeli felhasználásának előkészítése irányában. Kétségtelen, hogy a technikai kivitel és alkalmazás terén hazai természeti adottságainknál fogva itt is sok specifikusan magyar probléma fog felmerülni. Ha ezeket ma még konkrétan nem is tudjuk definiálni, műszaki kutató bázisunk megfelelő anyagi és szellemi megerősítésével el kell készülnünk rá, hogy az e téren egyre rohamosabban gyorsuló világtechnikai fejlődésbe bekapcsolódhassunk, aminek lehetőségét a Szovjetunió önzetlen segítése rövidesen egészen reálissá teszi számunkra.

*

Bármennyire vázlatos is volt a beszámolóban adott összefoglalás, azt hiszem, ez a kép is megerősítheti azt, ami kétségkívül valamennyiünk egyéni tapasztalatának is megfelel, hogy a felszabadulás óta hazánkban a műszaki tudományok fejlődése óriási lépéssel jutott előbbre. Kétségtelen, hogy szocialista iparosításunk további intenzív előrehaladása a műszaki tudományok még gyorsabb virágzására fog vezetni. Amire leginkább törekednünk kell *az, hogy a műszaki tudomány és az ipar fejlődése közötti dialektikus összefüggés, a kettő feltétlenül szükséges összetartozása és elválaszthatatlansága minél tudatosabbá váljék népünkben, a tudomány és az ipar dolgozói közt egyaránt, és különösen gazdasági vezetőszerveink felfogásában is.* Minél általánosabbá válik az a felismerés, hogy a szocialista ipar nem fejlődhetik a műszaki tudományok nélkül, a műszaki tudományok nem fejlődhetnek a termeléstől elszakadottan, annál gyorsabb lesz népünk gazdasági és kulturális emelkedése, annál gyorsabban jutunk előre a szocializmus felé vezető úton. A Szovjetunió ipari vezetőinek nemrég megtartott konferenciája és Bulganyin miniszterelnök ott elhangzott beszéde rendkívül élesen világított rá erre az összefüggésre és a belőle levonandó gyakorlati feladatokra. Gazdasági vezetőszerveinknek éppúgy, mint Osztályunknak, és általában a műszaki tudományok művelőinek sok megszívlelni valót ad ez a nagy jelentőségű értekezlet. Ha ennek tanulságait hozzáadjuk saját eddigi tapasztalatainkhoz, úgy kétségkívül eleget fogunk majd tenni azoknak a nagy feladatoknak, amelyek a második 5 éves terv és a szocializmus további építése során a műszaki tudományok előtt felmerülnek. Osztályunk tagjai és hazánkban velünk szorosan együtt dolgozó legkiválóbb szakemberei, mérnökei, kutatói, feltalálói és újtói igyekezni fognak ezeknek a feladatoknak becsülettel eleget tenni.

HOZZÁSZÓLÁSOK

GELEJI SÁNDOR akadémikus

Hozzászólásom első része beszámoló a Műszaki Tudományok Osztálya minősítő- és aspiránsképző szakbizottságának működéséről.

A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa 1950-ben és 1951-ben törvényerejű rendeletekkel szabályozta a tudományos fokozatok és a fokozatok elnyerésének módozatait, és a tudományos kutatók kiképzése érdekében bevezette az aspirantúra intézményét. A kiadott rendeletek ugyanakkor gondoskodtak arról, hogy a már tudományos fokozattal és múlttal bírók bizonyos előfeltételek mellett és bizonyos határidőn belül ún. gyorsított eljárással elnyerhessék az új tudományos fokozatokat.

Az Elnöki Tanács a rendeletek végrehajtásával a Magyar Tudományos Akadémiát bízta meg, és ennek keretében felállította a Tudományos Minősítő Bizottságot. A tudományos minősítéssel és aspiránsképzéssel kapcsolatos kérdéseket az egyes osztályokon belül az osztályok minősítő, illetve aspirantúra albizottságai tárgyalják meg és hoznak javaslatokat a T. M. B. elé, amely függetlenül az osztályoktól, a maga belátása szerint dönt.

A rendeletek megjelenése óta az ún. rövidített eljárással a T. M. B. a VI. osztály területén 43 doktori és 134 kandidátusi oklevelet adott ki. A rövidített eljárás bezárása óta pedig 26 doktori és 13 kandidátusi disszertáció megvédését fogadta el érvényesnek, és adta ki a megfelelő okleveleket.

Az első aspiránsfelvétel 1951. februárjában volt. Az azóta eltelt négy év alatt a VI. osztályban képviselt tudományterületekre felvettek 257 — mégpedig 150 rendes és 107 levelező — aspiránst. A tanulmányukat befejezett 48 aspiráns közül eddig 13 nyújtotta be, és közte hat védte meg disszertációját.

Mind aspiránsoktatásunk, mind a doktori és kandidátusi disszertációk megvédésének nyilvános vitája még számos objektív hiányossággal küzd.

Aspiránsoktatásunk még nem teljesen kiforrott. A felvételi vizsgát igen gyakran sem a felvételi bizottság, sem a vizsgázó nem veszi elég komolyan. Véleményem szerint az aspiráns kiválogatás jelenlegi módja nem megfelelő; nem helyes a felvételt olyan bizottságra bízni, amely legtöbbször akkor látja először a jelöltet. Megoldatlan a levelező aspiránsok kérdése.

Felvetődött már ismételten az a kérdés is, hogy a kandidátusi fokozat akadémiai vagy egyetemi fokozat legyen-e? Minthogy az aspiránsképzés túlnyomórészt oktatási kérdés, és mint ilyen, részben már úgylis az egyetemek hatáskörébe tartozik, meggondolandó, hogy nem lenne-e helyesebb, ha a kandidátusi disszertáció megvédése az illetékes egyetemen történnék, és így a kandidátusi cím is egyetemi fokozat lenne.

Nem lehet napirendre térni a disszertációk nyilvános megvédésének bizonyos körülményei felett. Több opponens és elnök a disszertáció megvédését pusztán formalitásnak tekinti és azt hiszi, hogy annak már eleve minél simábban és gyorsabban kell leperegnie. Az ilyen felfogás erősen rontja a doktori és kandidátusi cím értékét, és veszélyezteti az Akadémia tekintélyét. Éppen ezért az ilyen felfogás ellen az osztálynak a leghatározottabban fel kell lépnie.

Szóvá kell tenni továbbá azt a tervszerűtlenséget, amely a végzett aspiránsok elhelyezése körül mutatkozik. A legtöbb minisztérium és vállalat úgy tekinti

a hozzá irányított aspiránsokat, mint akiket akarata ellenére erőszakoltak rá, és akiket kényszerűségből kénytelen-kelletlen át kell vennie. Igen sok helyen semmi megértést nem mutatnak abban az irányban, hogy az aspiránsnak a munkahelyén be kell fejeznie a disszertációját. Nem adnak neki semmi segítséget, mert a vállalatoknak nincs erre anyagi keretük. Ha nem akarjuk, hogy az államunk részéről aspiránsainkra költött rengeteg pénz veszendőbe menjen, akkor ezt a kérdést sürgősen rendezni kell.

A sok nehézség mellett természetesen az aspiránsképzésnek megvannak, helyesebben idővel meglesznek a komoly eredményei is. Mind több és több fiatal kap komoly tudományos továbbképzést, és közülük idővel ki fog válni egy csomó olyan tehetség, aki az országnak, a magyar műszaki tudománynak és iparnak komoly pozitív hasznot és dicsőséget fog hozni. Természetesen nem mind, hanem a jelölteknek csak egy része, akiben komoly tehetség szunnyad, amely lassan mind jobban ki fog bontakozni.

Tévesnek kell tartanunk azt a felfogást, hogy az a fiatalember, aki letette a kandidátusi vizsgáit, megvédte a disszertációját és megkapta a kandidátusi címet, már »kész ember« és alkalmas akár a tudomány, akár az ipar irányítására. Minden oktatás csak alapot ad, amelyre építeni lehet, hogy kifejlődjék a »kész ember«. Aki ezt szem elől téveszti, azt nagy csalódások fogják érni. Igyekezünk a tudósképzésünk körül mutatkozó hibákat és bajokat kiküszöbölni, és amikor bizony tehetségeinkben, ne felejtjük el, hogy a kicsírázott magot sem lehet azonnal aratni, hanem hosszú idő és sok minden körülmény kell ahhoz, hogy a mag meg is hozza a termését.

*

Hozzászólásom második része: Jelentés a Műsz. Tudományok Osztályának folyóiratairól.

1950 végén jelent meg az Acta Technica I. kötetének 1. száma, és az 1955. év első negyedében a X. kötet 3—4. száma. Tehát alig négy és fél év alatt 10 kettős számból álló kötet született meg 307 ív terjedelemben. A 10 kötet 231 tudományos cikket tartalmaz 137 szerző tollából, a társszerzőket is beleértve. A szerzők közül a legtöbb cikket, számszerint tizenkilencet, Csonka Pál egyetemi tanár írta.

Az Acta Technica első tíz kötetéről a közeli jövőben négynyelvű tárgy- és névmutató és tartalomjegyzék készül külön füzet alakjában, melyet nagyobb példányszámban ohajtunk terjeszteni. Erre egyébként még visszatérek.

1954-ben az Acta Technica VIII., IX. és X. kötetén kívül, melyek együttes terjedelme kerekén 90 ív, megjelent a Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei XI. kötetének 3—4. száma, valamint a XII., XIII. és XIV. kötet, összesen 113 ív terjedelemben.

1955-ben megjelent már az Acta Technica XI. kötetének 1—2. száma és a Közlemények XV. kötete.

Nyomdában vannak az Acta Technica XI. kötetének 3—4., továbbá a XII. kötet 1—2. száma, valamint az Osztályközlemények XVI. kötete, mely utóbbi a Híradástechnikai és Méréstechnikai kongresszusok előadásait tartalmazza.

Az Acta Technica első tíz kötetében megjelent 231 dolgozat nyelvileg a következőképpen oszlik meg:

Német	115	49,78%
Angol	82	35,49%
Orosz	18	7,79%
Francia	16	6,93%

Az Acta Technica VIII., IX. és X. kötetét 1200 példányban nyomták. Ebből cserére megy

a Szovjetunióba	33	példány
a népi demokráciákba	7	«
a soproni műegyetem cseréje	62	«
egyéb helyekre	67	«
Összesen	269	példány

Ez a szám nem egészen kétharmada a legutóbbi jelentésben kimutatott 432 példánynak. Ez az 1954. közepén az elnökség által elrendelt csökkentés értesülésünk szerint takarékosági okból történt. A folyóirat terjesztése szempontjából ez eléggé sajnálatos, mert elfogulatlanul megállapíthatjuk, hogy az Acta Technica a nemzetközi irodalomban nem egészen öt éves fennállása óta komoly megbecsülésre tett szert.

Egészen meglepő az Acta Technica előfizetői számának csökkenése. Ennek oka nem kereshető a folyóirat tartalmában vagy színvonalában, mert számos adat van arra, hogy ez mindenfelé elismerést kelt. Évek óta kifogásoljuk a Kultúra könyv- és hírlap külkereskedelmi vállalat tehetetlenségét ezen a téren, és ezt számos alkalommal velük is közöltük. Semmiféle magyarázatot nem kaptunk arra, hogy az előző évi nagyon szerény 267 külföldi előfizetési példány miért csökkent a múlt évben 234 példányra. A cserépéldányokkal és az előfizetésekkel együtt a külföldre menő példányok száma a tavalyi 772-vel szemben csak 503. Ebben az ügyben f. év márc. végén a könyv- és folyóiratkiadó bizottságnak javaslatot tettünk, mégpedig olyan értelemben, hogy a folyóiratokat a nemzetközi könyvkereskedelemben régóta bevált jó módszer szerint, nevezetesen bizományosok útján terjesszék. Nem hisszük, hogy ennek a megoldásnak valamilyen akadálya lenne. Véleményünk szerint a folyóirat drága ára is akadálya az előfizetők toborzásának, azt a mainak legfeljebb felében lenne szabad megállapítani.

Az a törekvésünk, hogy az Actában megjelent tanulmányok visszhangját regisztráljuk, mind több megértéssel találkozik; sok munkatársunk most már felszólítás nélkül beküldi a dolgozatáról írt kritikát vagy bármilyen megemlékezést. Fenn kell azonban mégis tartanom azt a régebbi javaslatunkat, hogy ennek a figyelőszolgálatnak megszervezésére külön munkaerőt kell alkalmazni, célszerűen talán a műszaki dokumentációs központ személyzetéből, mint külső munkatársat.

Külföldi szerzőink száma is szaporodott.

Az Acták terjesztési lehetőségeinek fokozására tárgyalásokat folytattunk a kiadóval abban az irányban, hogy a megjelent cikkek különlenyomataiból, egy bizonyos oldalszám elérése után, szériákat állítsunk össze, és ezeket könyv-alakban hozzuk forgalomba. A kiadó új igazgatója nagy megértést mutat ezzel a tervünkkel szemben és megígérte, hogy a kérdést hamarosan dűlőre viszi. Megállapodtunk a kiadó igazgatójával arra vonatkozólag, hogy az Acta

Technica név- és tárgymutatóját és tartalomjegyzékét kb. 2000 példányban hozzuk forgalomba. Ezeket nemcsak előfizetőinkhez szándékozunk eljuttatni, hanem mint olyant, önmagában is forgalomba hozzuk, sőt intézményekhez, szemléltető folyóiratokhoz stb. ingyen is eljuttatjuk.

Megjegyezzük, hogy egy-egy lektor nem egyszer túl kényelmesen végzi dolgát, s ezért ismételt sürgetés ellenére is hosszabb idő telik el egy-egy kézirat benyújtása és megjelenése közt.

Az Acta Technica a Magyar Tudományos Akadémia VI. osztálya tudományos működésének, »tudományos termelésének« hű tükré. Igen tanulságos dolog az első 10 kötet végiglapozása és nemzetközi tudományos visszhangjának figyelése, mert ebből kitűnik, hogy műszaki tudományunk melyik ágai-ban van nálunk komoly haladás. Mikor az Acta Technicát megindítottuk, igen sok székszissel találkoztunk; mióta megerősödtek, újra és újra felvetik egyesek — általában nem azok, akik nagyon szorgalmasan dolgoznak az Actában — azt a gondolatot, hogy az Actából leválásszák tudományos területüket, és új folyóiratot hasítsanak ki az Acták amúgy is korlátolt papír- és költségkontingenséből. Értsük meg végre, itt nem szakfolyóiratról van szó, hanem a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Osztályának folyóiratáról, amely a műszaki osztály tudományos működésének a tükré kell hogy legyen. Felhívom a figyelmüket azoknak, akik nem tudják, hogy a Szovjet Tudományos Akadémia folyóirata, az Izvesztija Akadémia Nauk, vagy a Francia Tudományos Akadémia tudományos folyóirata a Comptes Rendus Hebdomadaires a legkülönbözőbb területekről hoznak egymás mellett cikkeket s. i. t. Az MTA-nak nem is lehet az a célja, hogy egyes osztályokon belül egyes szűk tudományágak részére szakfolyóiratokat adjon ki: ez az MTEsz dolga. Az Akadémia feladata az, hogy a műszaki tudományág egyetemes fejlődését előmozdítsa és képviselje. Bármily tehetségesek és szorgalmasak legyenek is a magyar műszaki tudományokkal foglalkozó tudósok és szakemberek, tagadom, hogy akár melyik részletszakterület produkálni tudna az Akadémia nevével fedezhető olyan idegen nyelvű folyóiratot, amely évente több számban előre meghatározott időszakokban periodikusan megjelenhetnék. Minden ilyenfajta szakfolyóirat-indítás a nő csökkentésének veszélyével járna, és a költséges felesleges növelését vonná maga után. Ne felejtjük el, hogy ha az MTA VI. osztálya valamilyen komoly újszerű műszaki vagy tudományos kérdéssel kerül szembe, mindig kiderül, hogy a kérdéshez egy vagy két szakember tud csak hozzászólni. Ki hiszi, hogy ilyen körülmények között bármelyik szűkebb szakterület komoly nivós idegen nyelvű folyóiratot tud elindítani és anyaggal ellátni. Van azonban az új folyóiratindítási pszichózisnak egy komoly gyakorlati oldala és egyben akadályja is. A Műszaki Osztálynak évente kb. 120 ív papír áll rendelkezésére. Ebből 30 ív az Acta Geologicáé, 90 ív az összes többi műszaki tudományoké, helyesebben az Acta Technicáé. A VI. osztály 22 főbizottságában képviselt tudományok részére, a geológián kívül, főbizottságonként 4,3 ív áll rendelkezésre. Ha ezt ily módon megosztanók, egy-egy szakterületre eső cikk megjelenésére rendkívül sokáig kellene várni.

A magam részéről, mielőtt befejezném beszámolómat, köszönetemet akarom kifejezni az Acta Technica körül csoportosult szerzőinknek, mind az akadémiai tagoknak, mind a külső szerzőknek. Nagyon kérek mindenkit, hogy munkájába fogassa a magyar műszaki tudományt ezt a fontos folyóiratát, melynek nivója és tekintélye befelé ösztönzőleg hat tudományos életünkre, kifelé pedig megbecsülést szerez a magyar tudományok.

KOVÁCS K. PÁL lev. tag

Beszámolóm lényegében az akadémiai könyvkiadásunk öt évre terjedő történetét foglalja magában, azonkívül — úgy gondolom — be kell számolnom az elmúlt évi könyvkiadás kérdéseiről, végül pedig a könyvkiadással és könyvterjesztéssel kapcsolatban szeretnék néhány problémával foglalkozni.

A magyar műszaki és tudományos könyvkiadás a felszabadulás óta eltelt tíz év alatt óriási, lendületes fejlődésen ment keresztül. Mi szakemberek és mérnökök, valamint tudománnyal foglalkozók megállapíthatjuk, hogy hazánkban azelőtt teljesen elképzelhetetlen lendületet vett a műszaki könyvkiadás mennyiségileg is, minőségileg is. A műszaki tudományos könyvkiadásban az Akadémia 1950-ben, az 1949-ben újjáalakult Akadémia megalakítása után egy évvel kapcsolódott be. Ekkor alakult meg az Akadémiai Könyvkiadó és ettől kezdve a műszaki tudományok osztálya is rendszeresen foglalkozott műszaki tudományos könyvek kiadásával.

Legyen szabad az elmúlt öt év történetére nézve néhány összefoglaló számadattal szolgálnom, amelyek nagyon világosan mutatják, milyen hatalmas fejlődést mutat magának a műszaki tudományok osztályának könyvkiadása. Eredeti művet magyar szerzőtől kiadtunk 1950-től az 1955. év első négy hónapjáig bezárolag: 42 művet 1073 ív terjedelemben, 40 000 nyomdai »«-es ívterjedelemmel számítva. Fordításban megjelent 15 mű, 537 ív terjedelemben, összesen tehát 57 mű 1610 ív terjedelemben (lásd a táblázatos összeállítást is).

Ezek tulajdonképpen óriási számok, ami az ív-terjedelmet illeti. Itt talán szabad egy kérdést és egyúttal egy gondolatot is felvetnem. Kétségtelen, hogy a magyar műszaki könyvkiadásra, és ezen a területen az akadémiai könyvkiadásra is érvényes az a szempont, vajon a mennyiségi fejlődésnek ez az óriási üteme nem vonja-e szükségszerűen maga után a minőségnek bizonyos csökkenését. Sajnos meg kell állapítanom, hogy az általános műszaki könyvkiadás terén valóban mutatkoztak ilyen hibák, amelyeknek kiküszöbölésére igen nagy gondot kell fordítanunk. Ugyanakkor azonban megállapíthatom, hogy ilyen, a minőség romlását előidéző körülmény a mennyiség növekedése miatt az Akadémiánál nem következett be. Ha végignézzük azokat a műveket, amelyeket az Akadémia az elmúlt öt évben kiadott, akkor arra a megállapításra kell jutnunk, hogy ezek a művek a tudomány igen magas színvonalú, értékes munkái. Legfeljebb a fordítások körül történtek hibák, amelyek kiküszöbölése azonban eredménnyel járt. Meg kell állapítanom azonban, hogy talán abban érhet minket nem egészen ok nélkül vád, hogy nem mindig olyan könyveket adtunk ki — bár valamennyi könyvünk magas színvonalú —, amelyek mindenképpen az Akadémia keretébe tartoznának, ezek kiadása inkább a műszaki kiadók területébe tartozott volna.

Fordítva viszont megjelentek más kiadóknál akadémikusoknak, doktoroknak olyan könyvei, amelyek bátran beilleszthetők lettek volna az akadémiai könyvkiadás keretébe. Különösen érvényes ez a Tankönyvkiadóra, amelynek kiadásában egész sor olyan könyv jelent meg, amely méltán foglalt volna helyet az akadémiai kiadványok sorában. Ilyen átlapolás mindig lesz, arra azonban figyelni fogunk, hogy akadémiai kiadványokként csak akadémiai színvonalú eredeti műveket és fordításokat adjunk ki.

Akadémikusaink és akadémiai levelező tagjaink személy szerint is nagy mértékben kivették részüket eredeti könyvek írásából. Legyen szabad néhány

nevet kiemelnem: nálunk jelent meg Vadász Elemér, Geleji Sándor, Szádeczky-Kardoss Elemér, Pattantyús Ábrahám Géza, Verő József, és Kovács Károly Pálnak Rácz Istvánnal együtt írott tudományos munkája. Viszont számos szerző adott ki más kiadóknál. A legutóbbi évek terméséből kiemelem Mosonyi Emil lev. tagunk könyvét a Vízérőhasznosításról, továbbá

Verebély László lev. tagunk könyvét a vasút-villamosításról. Ezek után néhány szóval ismertetem az 1954. évi könyvkiadási tevékenység eredményeit.

Az elmúlt évben az 1953. évi könyvkiadással szemben nem volt mennyiségi fejlődés. A magyar műszaki tudományos könyvkiadás minőségi fejlődését bizonyítja azonban az a tény, hogy az 1953-ban és 1954-ben megjelent könyvek számának és ívterjedelmének pontos egyezése mellett 1953-ban hat mű jelent meg fordításban, míg az 1954-ben fordításban megjelent könyvek száma három és az önálló magyar műveké hárommal több, mint az előző évben. A fejlődés hiányának oka a rendelkezésre álló papír korlátolt mennyisége, a megfelelő kézirat rendelkezésre állt. A helyzet 1955-ben tovább rosszabbodik, tekintettel arra, hogy ez évben az Akadémiai Kiadó gyártási tervében csak 11 mű van összesen cca 370 ív terjedelemben, amelyek közül az év első két hónapjában 4 könyv, 154 ív terjedelemben (tehát a tervnek kb. 40%-a) már meg is jelent. Itt világosan mutatkozik, hogy ez a négy könyv tulajdonképpen még az 1954. évi könyvkiadás terméke. Ha tehát ezeket a lényegében még 1954. évhez tartozó könyveket leszámítjuk, 1955-ben jelentékeny csökkenés fog mutatkozni az 1953. és 1954. év könyvkiadásához képest. Nyomatékosan felhívom az Akadémia Műszaki Osztálya figyelmét erre a műszaki tudományos könyvkiadásnál megmutatkozó hanyatlási jelenségre, és javasolom, terjesszen olyan határozatot az Akadémia Elnöksége elé, hogy a műszaki tudományos könyvkiadás részére nagyobb papírmennyiség bocsáttassék rendelkezésre.

Az 1954-ben megjelent könyvekre vonatkozóan ki kell emelni Hazay István »Földi vetületek« c. könyvét, amely a szakértők egybehangzó véleménye szerint világviszonylatban is kiemelkedő munka. Ezt a felfogást tükrözte egyébként a Geodéziai Főbizottságban lefolyt magas színvonalú vita, amelynek eredményeként javasolták, hogy Hazay könyvét idegen nyelven is adjuk ki az Akadémiai Kiadónál. A könyv Kossuth-díjban részesült. Továbbá közlöm, hogy Kovács—Rácz »Váltakozóáramú gépek tranziens folyamatai« c. könyvét a DDR-ben a Verlag Technik német nyelven előreláthatóan ki fogja adni.

A fordítások területén örvendetes javulásról számolhatok be, mert a kellő intézkedések megtétele után (szigorúbb lektorálás, átdolgozás stb.) a megjelent fordítások a kívánt színvonalat minden tekintetben elérték.

A könyvterjesztéssel kapcsolatosan összeállítottunk adatokat, amelyekből megállapítható, hogy egyes könyveket kivéve, általában a könyvek a kereskedői forgalomban viszonylag gyorsan elfogynak. Ki kell emelni azonban sajnos egynehány olyan könyvet, amelyek a megjelenés időpontjától előre nem látott okok miatt csak kis mértékben fogytak. Ilyenek például Bogárdi: Korrelációs számítás és alkalmazása a hidrológiában, Hazay—Tárczy H.: A Gauss—Krüger koordináták számítása, Oltay: Budapesti invarodrómérés és tanulságai. Ugyanakkor meg kell említeni, hogy a könyvek kis forgalma feltehetően sokszor a terjesztés hiányosságaira vezethető vissza. Így pl. feltehető, hogy Réthly: A Kárpátmedencék földrengései, vagy Kontorovics: Az acél és öntöttvas hőkezelése, Pavlov: Nyersvas kohászata stb. a rossz terjesztési eljárás következtében nem fogy kellőképpen. A

könyvtárak csökkentése feltétlenül helyes intézkedésnek bizonyult. Az Állami Könyvterjesztő V. helytelen munkájára és a terjesztéssel kapcsolatos helytelen nézeteire mi sem jellemzőbb, mint hogy pl. Balogh—Vikár: A hajók elmélete c. könyv terjesztésére egyáltalában nem vállalkozott, míg ugyanakkor az Akadémiai Kiadó saját kezelésben mind az 500 példányt nagyon rövid idő alatt eladta.

Felhívom a figyelmet arra a körülményre, hogy az akadémiai könyvek általában kis példányszámban jelennek meg, aminek következtében a teljes raktári készlet eladására legrosszabb esetben 3—4 év alatt számítani lehet. Egyes könyvek azonban, mint fentebb említettem, ennél sokkal rövidebb idő alatt elfogynak, ami új kiadás előkészítését kívánja. Ennek ellenére az Akadémiai Kiadó teljesen helytelen módon rövidesen a könyvek megjelenése után nemcsak a szedett dobatja szét, hanem az anyagértékben nagyon keveset számító, ellenben munkában sokat érő kliséket is megsemmisíti. Ennek volt a következménye, hogy Geleji: Die Berechnung der Kräfte und des Kraftbedarfs... és Verő: Metallográfia I. könyvének új kiadásához az összes kliséket újra el kell készíteni. Ezt az állapotot sürgősen meg kell szüntetni.

Felhívom a figyelmet továbbá arra, hogy különösen gyűjteményes kiadásoknál, mint amilyen pl. a Vaskohászati enciklopédia, vagy a Műszaki fizika, feltétlenül szükséges a már megjelent kötetek eladásánál szerzett tapasztalatokat a további kötetek példányszámának megállapításánál figyelembe venni. Így pl. a Vaskohászati enciklopédia I. kötete, Zsák Viktor: A vaskohászat nyersanyagai, a megjelenés óta eltelt rövid idő alatt gyakorlatilag elfogyott, amiből következik, hogy az eredetileg tervezett példányszám kevés. A tervezésnél ezt a körülményt az Akadémiai Kiadó vegye tekintetbe.

Általános megjegyzésem a könyvterjesztéssel kapcsolatban, hogy az Akadémiai Kiadó és még inkább az Állami Könyvterjesztő részéről bizonyos megmagyarázhatatlan félelem mutatkozik azokkal a könyvekkel szemben, amelyekről úgy gondolják, hogy nehezen terjeszthetők. Ugyanakkor nem követnek el mindent a könyvek terjesztése érdekében. Vonatkozik ez magyar nyelvű könyvek felvidéki, erdélyi és jugoszláviai terjesztésére is.

A következő időszakban az Akadémia műszaki tudományos könyvkiadásával kapcsolatban legfőbb feladat: a következő ötéves terv tudományos könyvkiadásának előkészítése, amelyben főbizottságainknak és szakbizottságainknak ez irányú munkájára fogunk támaszkodni.

K ö n y v k i a d á s

az MTA Műszaki Tudományok Osztályának fennállása óta 1950—1955. májusig

M e g j e l e n t

Év	Eredeti művek		Fordítások		Összesen	
	db.	ív (10.000 »nc)	db.	ív (10.000 »nc)	db.	ív (10.000 »nc)
1950	1	5½	—	—	1	5½
1951	5	91½	2	114	7	205½
1952	10	260	3	87	13	347
1953	9	194	6	207	15	401
1954	12	325½	3	76	15	401½
1955 első 4 hónap	5	196½	1	52½	6	249
Összesen	42	1073	15	536½	57	1609½

A könyvkiadás megoszlása szakterületek szerint

	Eredeti művek		Fordítások		Összesen	
	drb.	v	drb.	fv	drb.	fv
Geodézia	3	99½	—	—	3	99½
Geofizika	3	88	—	—	3	88
Geológia (különb. területei)*	14—5=9	339	—	—	14	339
Hidrológia	2	71	—	—	2	71
Kohászat, metallográfia	4	102	5	160	9	262
Képlékeny alakítás	2	60	—	—	2	60
Gépészet	3	104	6	226	9	330
Villamosságtan	4	132½	—	—	4	132½
Automatika	—	—	1	48	1	48
Híradástechnika	—	—	1	18	1	18
Építés	3	37½	—	—	3	37½
Könnyűipar	1	16	1	52½	2	68½
Több szakterületet érint	—	—	1	32	1	32
Műszaki tudománytörténet	3	23½	—	—	3	23½
Összesen	42	1073	15	536½	57	1609½

*Ebből 5 mű (127 fv) a Geologica Hungarica füzeteként jelent meg.

BOGNÁR GÉZA lev. tag

Hozzászólásom elsősorban beszámoló az Osztály rendezvényeiről és ki-
küldetéseiről.

Az Osztály rendezvényei, kongresszusai, ankétjei, tudományos előadásai és vitaülései igen fontos közvetlen kiegészítői és tartozékai az Osztályon belül folyó tudományos munkának. Ezek egyre inkább a nemzetközi tapasztalat-cserének eszközeivé válnak. A múlt évben legjelentősebb rendezvényünk a Méréstechnikai Kongresszus volt, amely a vas- és fémipar roncsolás-mentes anyagvizsgáló módszereivel foglalkozott, és feladatának az utóbbi időben e téren elért önálló tudományos eredmények bemutatását és megvitátását tekintette. A Kongresszuson elhangzott 27 előadás közül 12-t külföldi vendégeink tartottak. Öröndetes jelenség volt a Kongresszuson a fiatal magyar kutatógárda szereplése, elsősorban az Akadémia Méréstechnikai és Műszerügyi Intézetének tudományos munkatársai részéről. A Kongresszus határozatot hozott a baráti országok tudósaival, és más külföldi tudományos intézményekkel való szoros együttműködésre, és a roncsolásmentes anyagvizsgáló kongresszusoknak évenként más-más országban történő folyamatos megrendezésére. Javasolta egy nemzetközi tudományos munkaközösségi szervezet létrehozását. Az Akadémia vendégeiként részt vettek a Kongresszuson a tudományág legkiválóbb nemzetközi művelői, mint pl. J. K. Szokolov szovjet akadémikus, Ernst Schiebold prof. és Rudolf Ritschel akadémikus (NDK),

W. A. Wooster és Norah Wooster (Anglia), és még 15 szakember a baráti országokból.

A múlt évben lefolytatott Bauxitfeldolgozási Ankét a timföldelőállítással, mégpedig a Bayer-rendszerű timföldgyártással, valamint a kishányadosú bauxitokból történő timföldelőállítás problémáival foglalkozott.

Geológusok, meteorológusok, geográfusok és hidrológusok részvételével hazai vízkészletünk kérdéseinek tisztázására ankétot rendeztünk, amely megvitatta az akadémiai témaként kidolgozott tanulmányt, és azt, főként a talajvízkészlet tekintetében, igen eredményesnek minősítette. Figyelembe véve, hogy iparunk fejlesztése, mezőgazdaságunk fokozott öntözési igényeinek kielégítése az ország vízkészletének ismerete nélkül elképzelhetetlen, a munkának egész népgazdaságunk szempontjából igen nagy jelentősége van.

A Sztálinvárosban tartott Automatizálási Ankét a helyszínen vitatta meg az automatikus szabályozóberendezéssel felszerelt Martin-mű műszaki berendezésével és működésével kapcsolatos kérdéseket.

A Műbőr Ankét a műbőr lágyítók gyártásának és a műbőr helyes gyártási eljárásainak aktuális kérdéseit vitatta meg, és ezekkel kapcsolatban több javaslatot fogadott el.

A Szintetikus Szálgyártás Ankét a hazai szintetikus szálgyártó ipar megteremtésével kapcsolatos feladatokat határozta meg, és ezek között is elsőként a nyersanyagforrások felmérését, és a nyersanyagbázis meghatározását.

Osztályunk az Agrártudományok Osztályával közösen rendezte meg »Hazai rostnövények termesztése és felhasználása« tárgyú ankétját, amely állást foglalt amellett, hogy elsősorban az őshonos magyar rostnövények, rostler és kender minőségi és mennyiségi termelésével kell foglalkoznunk, míg a még meg nem honosodott külföldi rostnövények termesztését kísérleti alakban kell végeznünk. Az ankét határozatokat hozott a nemesítés, vetőmagtermesztés, növényvédelem, gépesítés stb. kérdéseinek megoldására is.

A szalmacellulóz feltáráásával foglalkozó ankéton elhangzott előadások faállományunkkal való takarékoskodás szempontjából érdemeltek figyelmet.

A Műszaki Tudományok Osztálya az MTE Sz-egyesületekkel együttesen rendezte meg az »Építőipari kutatók II. konferenciájá«-t, amely képet adott az építőanyagipari kutatás mai helyzetéről, és irányt mutatott az új feladatok megoldására is. A konferencia keretében a Kötőanyag-, Kerámia-, Üveg-szakosztályok külön előadássorozatokat tartottak.

Nagy érdeklődés mellett folyt le »A kutatóintézetek szervezeti és működési szabályzata megvitatására« összehívott, az érdekelt kutatóintézeti igazgatók, minisztériumok kiküldöttei stb. részvételével megtartott konferencia, amelyen 19 hozzászóló tett észrevételt és javaslatot a kutatóintézetek működésében igen sok nehézséget okozó bürokratikus ügymenet kiküszöbölésére.

Kisebbs mértékű ankétok keretében kerültek megvitatásra az Országos Mérésügyi Hivatal működésével és feladataival kapcsolatos kérdések, továbbá az MTA Kutatási Eszközök Kivitelező Vállalata további fejlesztési irányainak meghatározását célzó tervek.

A vitaülések közül megemlítjük Rázsó Imre lev. tag előadását, aki a Szovjetunióban tett tanulmányútja alkalmából szerzett tapasztalatairól számolt be. A vita elsősorban a mezőgazdaság gépesítésével és a gépészeti kutatások fejlesztésével kapcsolatos kérdésekre irányult.

Ugyancsak vitaülésein kerültek tárgyalásra a magyar műszaki tudománytörténet kérdései. Az előadások és hozzászólások az általános műszaki és a ma-

gyar műszaki tudománytörténet kérdéseivel és ezzel kapcsolatos munka- és könyvkiadási programmal foglalkoztak.

Az elmúlt időszak alatt 15 felolvasóülést tartottunk, amelyek közül 5 külföldi vendég előadása volt, akik a kulturális egyezmények keretében az Akadémia vendégeiként tartózkodtak Magyarországon.

Az elmúlt évben a vitaülések számának tervbe vett fokozását nem sikerült megvalósítanunk, és ezért ezt jövőben egyik legfontosabb feladatunknak kell tekintenünk.

Külföldi kapcsolatok

Az elmúlt periódusban a Műszaki Tudományok Osztálya külföldi kapcsolatai örvendetesen javultak. Egyaránt növekedett mind a hazánkba tanulmányi célokból érkezett, mind a részünkről kiküldött tudósok, szakemberek száma, bár bizottságaink részéről a kapcsolatok fejlesztésére irányuló helyes törekvéseket még nem tudtuk minden irányban kielégíteni.

A Ronscolásmentes Anyagvizsgálati Kongresszuson részt vett 20 külföldi szakemberen kívül az Osztálynak 13 külföldi vendége volt. Az Osztály fontos feladatának tartotta, hogy a tanulmányútra hozzánk érkezett vendégek behatóan tanulmányozhassák hazai eredményeinket az őket érdeklő tudományterületeken és ipari üzemekben; tőlük is sok hasznos tanácsot kaptunk. E munkánkban nagy segítséget nyújtottak a minisztériumok, az egyetemek professzorai, kutatóintézetek, üzemek vezetői és munkatársai, akiknek közreműködéséért ezen a helyen is köszönetet mondunk.

Hazai tudósaink és szakembereink közül 18-an vettek részt az Akadémia küldötteiként külföldi tanulmányutakon, kongresszusokon. A kiküldetések országszerinti megoszlása a következő: Lengyelország 5, Csehszlovákia 2, Német Dem. Közt. 2, Franciaország 2, Nagybritannia 2, Brazília 1, Olaszország 3.

Tárczy-Hornoch Antal akadémikus, Kántás Károly lev. tag és Németh Endre, a műszaki tud. doktora 2 hétig tartózkodtak Rómában, ahol részt vettek a Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió Kongresszusán. A magyar delegációt a tudományban előkelő helyet foglaló nemzeteknek kijáró megbecsüléssel fogadták. A Rómában szerzett tapasztalatok szerint az Acta Technica-ban megjelent geodéziai jellegű cikkek széles körben ismertek, sőt a tanulmányok egy része már egyetemi előadások anyagában is előfordul.

Mosonyi Emil lev. tag az Algíri Nemzetközi Öntözési és Belvízrendezési Kongresszuson vett részt, ahol a végrehajtó bizottság tagjává választották meg. Részt vett továbbá a Rio de Janeiróban megtartott Energia Világkonferencián, ahol angol nyelven előadást tartott »Magyarország vízierőinek hasznosítása« címmel. Az előadás során vetített képekkel a hazánkban végzett hidrotechnikai kísérleteket mutatta be.

Csonka Pál, a műszaki tud. doktora a Szlovák Tud. Akadémia meghívására részt vett a Smolnicében tartott betonkonferencián. A kongresszus rendezője külön levélben fejezte ki elismerését az Akadémiának Csonka prof. nagyon értékes előadásáért.

Zorkóczy Béla, a műszaki tud. kandidátusa ugyancsak a Szlovák Tud. Akadémia meghívására vett részt Smolnicében a nemzetközi Hegesztési Kongresszuson, melyen 2 előadást tartott a ledeburitos krómaccél hegesztése és a szürkeöntvények ívhegesztéssel való javítása témaköréből. Ezen a kongresszu-

son résztvevő német delegátusok kezdeményezésére a Kammer der Technik is meghívta Zorkóczy prof.-t az NDK-ba hasonló kongresszusra, ahol előadásokat tartott a magyar hegesztéstechnológiai kutatások eredményeiről.

Sugár Irén és Guba Ferenc, a Méréstechnikai és Műszerügyi Intézet kutatói a Londonban megtartott Elektronmikroszkóp Kongresszuson angol nyelvű előadást tartottak a gélek, illetőleg az izom szubmikroszkópos szerkezetéről. A kongresszus résztvevői önálló kutatási eredményeiket ismertető különnyomatokat kértek az előadók munkáiról.

Koch Sándor és Nemezz Ernő egyetemi tanárok a párizsi kristálytani, Vahl Miklós, Regőczy Emil, a műsz. tud. doktora és Homoródi Lajos műsz. tud. kand. a lengyelországi geodéziai kongresszusokon vettek részt.

Az elmúlt évben szerzett tapasztalatok alapján osztályvezetőségünk foglalkozik a világviszonylatban is legfontosabb kongresszusok számbavételével, és igyekszik a fontossági sorrendet megállapítani abban a tekintetben, hogy mely kongresszuson való részvételt tartja elsősorban fontosnak számunkra. Ezzel elkerülhető lenne az a gyakran előforduló körülmény, hogy kevésbé fontos kiküldetések elveszik a lehetőséget más valóban fontos kongresszusokon való részvételtől.

PATTANTYÚS Á. GÉZA lev. tag

Mint a Gépészeti Főbizottság elnöke, megnyugvással és elismeréssel veszem tudomásul osztálytitkárunknak a Magyar Tudományos Akadémia tekintélyéhez méltó — bátor kritikát is tartalmazó — beszámolóját, amely helyes megvilágításban emeli ki a műszaki tudomány és az ipar fejlődésének dialektikus kapcsolatát és elválaszthatatlanságát, és rámutat az idevágó *tudományos kutatás* továbbfejlesztésének döntő fontosságára.

Felszólalásomban a főbizottság szakterületébe vágó *három* olyan *kérdés* népgazdasági jelentőségére kívánok rámutatni, amelyek sürgős rendezése nélkül a tudományos kutatómunka mai üteme nem fokozható, holott mezőgazdaságunk és iparunk fejlesztésének, valamint exportképességünk biztosításának ez az egyik alapfeltétele.

Első helyen említem a *Mezőgazdasági Gépésérleti Intézet* megfelelő elhelyezésének és folyamatos fejlesztésének kérdését. Javaslom, hogy a Magyar Tudományos Akadémia tekintélyének súlyával és a feltárt helyzet tarthatatlanságát bizonyító érvek meggyőző erejével szálljon síkra a kormányhatóságoknál e kérdés megnyugtató rendezéséhez szükséges anyagi eszközök biztosítása érdekében.

A második és a harmadik javaslatom olyan ipari feladatokkal kapcsolatos, amelyekben külföldön is elismert *hagyományaink* vannak. Részben távlati, részben azonnal időszerű kutatások megindításával és gyorsütemű fejlesztésével még jelentősebb anyagi áldozatok árán is vissza kell hódítanunk azt a megbecsülést, amelyet a magyar műszaki tudomány és a magyar ipar ezeken a területeken a külföldön is kivívott. Iparfejlesztésünk és exportlehetőségeink e fontos bázisáról átmeneti lemaradottságunk ellenére sem szabad lemondanunk!

Itt említem meg a *gázturbína-kutatás* kérdését, amelyben nálunk anyagi fedezet hiányában évek óta nincs előrehaladás, holott az első üzemképes gázturbína megalkotása *Jendrassik György* nevéhez fűződik. A külföld is elismeri, hogy ez a magyar eredmény indította el odakünn a gyors fejlődés folyamatát.

Véleményem szerint a gázturbina-kutatás gyorsabb ütemű megindításához szükséges feltételek biztosítása most már nem tűr halasztást, annál kevésbé, mert e kérdéssel kapcsolatban *turbofeltöltő* és *turbokompresszor* korszerű kialakítására irányuló tudományos kutatómunka eredményeit exportunk is sürgősen követeli.

Végül nem hagyhatom említetlenül saját szakterületemnek: a *vízgép-kutatásnak* problémáit sem. Köztudomású, hogy vízgépiparunk a századforduló idejében jelentős exportot bonyolított le. A tudományos vízgépkutatás azonban Bánki Donát halála óta erősen elmaradt, mindaddig, amíg a felszabadulás után újjászervezett Magyar Tudományos Akadémia a Budapesti Műszaki Egyetem Vízgépek tanszékének jelentős céltámogatást nem biztosított, és a tanszék létszámát akadémiai státuszba sorozott kutatócsoporttal is ki nem egészítette. Ez az intézkedés ugrásszerű fejlődést biztosított a tudományos áramlástechnikai kutatás ügyének. A vízgéplaboratórium felszerelése korszerű géberendezéssel bővült, tudományos kutatóink szakmai fejlődése és laboratóriumi gyakorlata elérte azt a színvonalat, amely a különleges mérőberendezések és műszerek tervezéséhez, és a vízgépkutatás terén jelentős kismintakisérletek önálló végzéséhez szükséges.

Tudományos eredmények születtek a pneumatikus anyagszállítás, és a mamut-szivattyú elméletének továbbfejlesztése terén is. Ez idő szerint exportunk sürgető igényeihez igazodóan kutatócsoportunk a Ganz-gyár turbina-osztályával szoros együttműködésben felvette munkatervébe a hidrodinamikai tengelykapcsolók és nyomatékváltók hazai gyártását előkészítő tudományos és kísérleti kutatómunkát is.

Ez a tanszéki kutatómunka a két évvel ezelőtt elhangzott osztálytitkári beszámoló szerint már akkor annyira kifejlődött, hogy tervbe vétetett ennek a kutatócsoportnak fejlesztése akadémiai intézetté. Jól tudom, hogy ennek az akadémiai kutatócsoportnak fejlesztése és önálló épületbe költöztetése ma még nem időszerű. Vízgépiparunk fejlesztése érdekében azonban feltétlenül szükségesnek tartom, hogy ez az évek során önálló tudományos munkára nevelt, és a mérés technikában is begyakorlott gárda *akadémiai kutatócsoportként* az eredetileg megállapított létszámban jelenlegi munkahelyén zavartalanul fejthesse ki továbbra is eredményes működését.

CSANÁDY GYÖRGY, a műszaki tudományok doktora

Hevesi Gyula akadémikus beszámolója a Műszaki Tudományok Osztálya 10 éves munkájáról és további feladatairól szemléltetően visszatükrözte azt, hogy a szocializmus építésének egyik alapvető feltétele olyan tudomány kialakítása, amelyben az elmélet és a gyakorlat, a tudomány és a termelés szerves egysége érvényesül.

Engedjék meg, hogy mint a közlekedéstudomány egyik szerény művelője, a gyakorlati életben gyűjtött tapasztalataimat is felhasználva aláhúzzam ennek fontosságát, és rámutassak arra, hogy az elmélet és gyakorlat közötti elszakíthatatlan kapcsolat kiapadhatatlan forrása a tudomány és a termelés előrehaladásának.

Hevesi elvtárs beszámolójában összefoglalta a közlekedéstudományi vizsgálódások legfontosabb kérdéscsoportjait. E rövid hozzászólásban részletesen

nem foglalkozhatom az egyes tudományos vizsgálódások mélyebb elemzésével, csupán néhány olyan kérdést kívánok megemlíteni, amelyek megoldása a Műszaki Tudományok Osztályának irányításával alapvetően elősegítette a közlekedés fejlesztését.

Hazánkban szinte teljesen ismeretlen volt a közlekedési üzemi munka szervezésének és tervezésének tudományos vizsgálata, és e vizsgálatok eredményei alapján a legmegfelelőbb üzemi módszerek kialakítása. A szovjet közlekedéstudomány tapasztalatainak hazai sajátos viszonyainkat figyelembe véve való alkalmazása, az üzemviteli munka tudományos kidolgozása eredményeként pl. az egyes vasúti területek, szolgálati helyek, sőt az egyes vasúti dolgozók munkája is 24 óra folyamára előre áttekinthető, s így lehetővé válik a munka legcélszerűbb és leggazdaságosabb elvégzése.

A gazdaságos üzemvitel számtalan kérdése közül a Közlekedéstudományi Főbizottság a felvetett problémák egész sorát oldotta meg bizottságai segítségével sikeresen. Ezek közül a villamosítás és a Diesel-vontatás hazai meghonosítására irányuló tudományos kutatásokat említem, amelyek e vontatási módok bevezetésének előfeltételeit és kihatásait hazai viszonylatban vizsgálták. Az Akadémia 1952. évi nagygyűlése keretében a legrészletesebben elemezte, és tudományosan bizonyította be azt, hogy a villamosvontatás nagyforgalmú fővonalakon való alkalmazása a szénfogyasztás rendkívüli arányú csökkentését, lényegesen gazdaságosabb üzemet, és nagyobb teljesítmény elérését teszi lehetővé. A villamosvontatás fejlesztésének szükségessége mellett tudományos vizsgálódások alapján megállapította azt is, hogy azon feladatoknál, amelyek villamosvontatással nem oldhatók meg, a gőzüzem mellett a Diesel-vontatás érvényrejuttatása és alkalmazása a legfontosabb teendő. A megállapításokból csak arra utalok, hogy pl. a Diesel tolatómozdonyok bevezetésével a tolatási üzemenergia fogyasztását kb. egytizedére lehetne csökkenteni.

Az, hogy a villamosítás és a Diesel-vontatás fejlesztésével kapcsolatos tudományos munkáknak gyakorlati alkalmazása még kezdeti nehézségekkel küzd, kizárólag a gyáripar súlyos elmaradása, az évekig visszatérő tervezési és kivitelezési kapacitás hiánya és minőségi hibák következménye. Most már a gyáriparon van a sor, hogy elmaradásait felszámolja, hogy a tudományos munka eredményei a vasúti közlekedés, és ezzel az egész népgazdaság számára hasznosíthatók legyenek.

Alá kell húznom Hevesi elvtársnak azt a megállapítását, hogy a tudománynak, illetve az Akadémiának kell felderítenie a műszakilag és gazdaságilag lehetséges maximális kereteket, hogy azután pártunk és kormányzatunk reális adatokra támaszkodva határozhassa meg a fejlesztés valóban megvalósítandó keretét. Az egész népgazdaság szempontjából nagy szükség lenne az ötéves terv fenti módon való előkészítésére. A Műszaki Osztály keretében tartott sorozatos tárgyalások során láthattuk ennek szükségességét a legjobban, ahol a népgazdaság egyes szektorainak fejlesztési arányát — úgy érzem — sikerült helyesen megállapítani, és éppen ez elemzések nyomán került sor arra, hogy a közlekedés fejlesztése is megfelelő arányban helyet kapjon.

Megelégedéssel vesszük ezt tudomásul, mert ez azt bizonyítja, hogy a Műszaki Tudományok Osztálya most már magáévá tette a közlekedés arányos fejlesztésének halaszthatatlan megindítását. A közlekedés rendkívül elavult műszaki állapota, a pálya, járművek és egyéb berendezések romlása nemcsak a közlekedéstudomány, hanem valamennyi műszaki és gazdasági tudományterület művelőinek figyelmét éppen a népgazdaság fejlődése érdekében fel kell

hívja és arra kell ösztönözze, hogy a tudomány, az Akadémia súlyával a közlekedés rekonstrukciójának mielőbbi megvalósítását a legfelsőbb párt- és kormányzati szervek előtt is biztosítsa.

A kutatóintézetek racionalizálásával kapcsolatos beszámolót szeretném kiegészíteni azzal, hogy a közlekedés rendelkezésére álló tudományos kutatóintézetek továbbfejlesztése, sőt új kutatóintézetek létesítése is alapvetően fontos a közlekedés szocialista fejlesztése érdekében. A Vasúti Tudományos Kutató Intézet és az Autóközlekedési Tudományos Kutató Intézet továbbfejlesztése mellett az útügyi kérdések vizsgálatára és a hajózás közlekedési kérdéseinek tudományos vizsgálódására Útügyi Kutató Intézet és hajózási kutató részleg szervezése elengedhetetlenül szükséges.

A népgazdaság szállítási feladatainak döntő többségét a vasúti közlekedés bonyolítja le. Noha a kontinentális országokban mindenütt a vasútra hárul a szállítási feladatok teljesítésének nagyobbik része, mégis az eddigieknél sokkal nagyobb mértékben kell biztosítani a hajózás és a gépjárműközlekedés jelentőségét a közlekedésben. Különösképpen a folyami hajózás nagyobb mérvű felhasználása fontos, hiszen közismert, hogy nagytömegű szállítások hosszú útvonalon leggazdaságosabban hajóval bonyolíthatók le. Ugyancsak további tanulmányozást kíván a vasút és a gépkocsifuvarozás közötti ésszerű forgalom megosztásának kérdése.

A közlekedés előtt hatalmas feladatok vannak. Olyan műszaki és gazdasági kérdések várnak megoldásra, amelyek az eddigieknél fokozottabb mértékben kell előtérbe helyezték a közlekedéstudomány fejlesztését, az Akadémia segítségét. Az Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának további támogatására és irányítására van szükség ahhoz, hogy a közlekedési ágak fejlesztési üteme arányosabb megállapításhoz jusson, a legtökéletesebb üzemi módszerek kerüljenek vizsgálatra, és még szélesebb körben folyjanak olyan tudományos vizsgálódások, amelyek a közlekedési ágak gazdaságosságával, önköltségcsökkentésével, az elméleti tudományos kérdések megoldásával előbbre lendíthetik a műszakilag fejlődésben lemaradt közlekedést.

Meg vagyok győződve arról, hogy a Műszaki Tudományok Osztályának irányításával a közlekedéstudomány az elkövetkezendő években tovább fejlődik, és még nagyobb segítséget nyújt majd a gyakorlati szakemberek, hazánk szocialista fejlődése számára.

KOLOS RICHÁRD

A beszámolóhoz olyan értelemben szeretnék hozzászólni, hogy azt néhány fogyatékoságnak, nehézségnek a megemlítésével kiegészítsem.

Azt hiszem, valamennyiünk előtt nyilvánvaló, hogy következő öt éves tervünk általános célkitűzése ipari szempontból a gazdaságos termelés, az önköltségcsökkentés fokozása, iparunk exportképességének minden irányban való kiterjesztése; figyelembe véve azokat az adottságokat, amelyek a népgazdaság helyzetét általában jellemzik. Tehát azt, hogy az anyaggal és az energiával rendkívül takarékoskodnunk kell. Másrészt az is nyilvánvaló, hogy az életszínvonal emelésére vonatkozó terveink és kötelezettségeink szükségessé teszik, hogy a gyártmányok volumene értékben feltétlenül növekedjék, hiszen az export volumenének növekednie kell, minimális anyagfelhasználási többlet mellett.

Ez az általános helyzet nyilvánvalóvá teszi, hogy elsősorban azok a gyártmányok kerüljenek előtérbe a fejlesztés során, amelyeknek anyagigényessége kisebb. Ezek egyszerűsége mind azok a gyártmányok, amelyek szellemi tartalmukban, konstrukcióban nagyigényűek.

Ami a gazdaságosságot illeti, a gépesítés útján való termelés fokozása következő ötéves tervünk időszakában felveti az automatizálás kérdését. Az automatizálás viszont egy sereg olyan problémát, amely megítélésem szerint is az Akadémia bírálataira, iránymutatására szorul.

Mi történt eddig ezen a téren?

Amint a beszámolók is felsorolták, tudósaink, mérnökeink, gyári dolgozóink komoly eredményeket értek el ezekben a vonatkozásokban a felszabadulás óta eltelt 10 év alatt. Ha konkrétan az automatizálás kérdését vizsgáljuk, általában azt mondhatjuk, hogy a finommechanika, a mérés technika, és a híradástechnika fejlődésében is új élet, felpezsdült gyors munka indult meg. Mégis azt kell megállapítani, hogy bár sokat fejlődtünk exportképesség dolgában, számos ipari termékünk elavult, újjal pótolandó. A feladatok egyre növekszenek, a problémák bonyolultabbá válnak, fejlődésünk, lendületünk, eddigi tudományos és ipari eredményeink ellenére is.

Ha ebből a vonatkozásból vizsgáljuk a híradástechnika, a mérés technika, és az automatizálás fejlesztésének kérdését, akkor nagyon hasonló képet látunk, mint általában az iparfejlesztés és a kutatás területén. Van néhány olyan szempont, amelyet következetesen elhanyagolunk.

Elhanyagoljuk annak világos megfogalmazását, és ennek következtében bizonyos vonatkozásokban a megoldásokért való harc kielezését, hogy mi ebben a tekintetben a feladat: mi a Tudományos Akadémia, mi az ipari kutató intézetek, mi az egyetemek, és mi a vállalatok feladata.

Ha az Akadémián működő nagyszámú bizottság munkáját ebből a szempontból vizsgáljuk, akkor — azt hiszem — nagyon komoly kérdést kell megvizsgálnunk. Az akadémiai bizottságok mai összetételükben és mai funkciójukban a Tudományos Akadémia tagjaiból, kutató intézetek munkatársaiból, az ipar, az egyetem és egyéb területek munkatársaiból adódnak, és az ott folyó munka sok tekintetben elmosza a felelősség határait.

E határelmosódás folytán azután a bizottságokon belül folyó munkában nem az domborodik ki, hogy a Tudományos Akadémia mint a tudományok fejlődésének őrje és irányítója bírálja azt a munkát, amelyet a munka elvégzésért felelős ipar eddig teljesített. Éppen ezért nem is indul olyan éles harc a vállalati gyártmányfejlesztési részlegek megerősítése, feladataik végrehajtása érdekében, mint indulna akkor, ha a Tudományos Akadémián belül folyó irányító munka erősebb bírálat keretében erősebben tolnának el a felelősségrevonás irányában.

Ha ezeket a kérdéseket erről az oldalról nézzük, akkor nyilvánvaló, hogy sok tekintetben való elmaradásunkat akkor tudjuk kiküszöbölni, és továbbfejlesztési kötelezettségünket akkor tudjuk jól megoldani, ha a természetes alapokat tehát a vállalatoknál a fejlesztési részlegeket erősítjük. A kutatás tekintetében pedig támaszkodunk meglévő magjainkra, az egyetemi tanszékekre, az ott folyó tudományos munka megerősítésére, kutatóintézeteinkre, mind-egyikre azon a vonalon, amelyen elsődlegesen tudja feladatát jól ellátni.

Azt hiszem, mivel ezeket a kérdéseket az Akadémián belül sem vitatták meg kellően, történhetett az is, hogy például az egyetemi tanszékek kutatási munkájára sokkal kevésbé támaszkodtunk, sokkal kevésbé helyeztünk

súlyt arra, hogy az egyetemen régebben is folyó ez irányú munka megerősödjék. Ebből átfedés és idővesztés következik; átrendezések, kádereknek új munkahelyekre való áthelyezése, anélkül, hogy a rendelkezésre álló tudományos munkatársak ütőereje növekednék. Arra kérem tehát az Akadémiát, hogy ezeket a kérdéseket a következőkben talán határozottabb megvilágításban és élesebb bírálattal kezelje.

Mindenképpen szükségesnek látszik, hogy iparunk fejlődése olyan irányú legyen, hogy meg tudja valósítani azt a sok tudományos eredményt, amelyet az Akadémia beszámolója is tárgyalt. Komoly nehézségeket okozott már eddig is, hogy az új gyártmányok, szerkezetek ipari megvalósításához szükséges új módszerek, eljárások, berendezések kutatására és elsajátítására nem fordítottunk elég figyelmet. Így a szélesebbkörű automatizálás eszközeinek kutatására és megvalósítására sem. Mindaddig, míg nem gondoskodunk arról, hogy a tudományos eredmény, a kutatóintézet új gondolata az ipar fejlesztő részlegein keresztül korszerű szerkezet, korszerű gyártási módszer gazdaságos és jóminőségű gyártás alakjában *gyorsan* valósuljon meg, addig fennáll a veszélye annak, hogy a kutatás eredményei elsikkadnak, elöregszenek és a kutatás elveszti a céltudatos munkához nélkülözhetetlen élő ipari kapcsolatot.

Nyilván arra kell tehát törekednünk, hogy sokkal jobban használják ki a meglévő fejlesztési eszközöket. A másik oldalon, tudományos vonatkozásban az ipar és a tudomány közötti kapcsolatokat olyan értelemben is szorosabbá kell tennünk, hogy az Akadémia kellő módon bírálja is az iparnak bizonyos irányú munkásságát.

Ha ezt a kapcsolatot valóban szorossá tesszük, tehát ha az Akadémia foglalkozni tud az ipar lehetőségeinek kérdésével, az ipar elé kerülő népgazdasági követelményekkel, és ezeknek ismeretében gyakorolja befolyását a tudományos feladatok kiosztása, azok sorolása, súlypontozása terén, akkor azt hiszem, a következő időszakban a Tudományos Akadémia még fokozottabb mértékben fog hozzájárulni iparunk és közgazdaságunk fejlesztéséhez.

Biztos vagyok abban, hogy ez az eredmény, amelyet az eltelt tíz év alatt a tudomány ápolása terén elértünk, alapot szolgáltat arra, hogy optimista módon álljunk neki a következő feladatok megoldásának. Ismételten kérem az Akadémiát, hogy ebben a vonatkozásban határozottan és keményebb bírálattal — és ha szabad ezt a kifejezést használnom — erősebb önbírálattal fogjon a munkához.

ÁCS ERNŐ, a műszaki tudományok doktora

Hevesi elvtárs beszámolója elején azt mondta: »A műszaki tudományok csak egy fellendülésben levő ipar talaján fejlődhetnek, és akkor is jelentős, nemcsak laboratóriumi, de üzemi jellegű kísérleti berendezéseket is követelnek.« Engedjék meg, hogy ezt a mondatot mindjárt meg is fordítsam.

Az ipar egy területen csak akkor lendülhet fel, ha erős, kutató és fejlesztő bázissal, kutató intézetekkel és fejlett üzemi laboratóriumokkal rendelkezik.

A beszámoló hosszasan foglalkozott az ipar és a kutatás eredményes kapcsolataival, és bőséges példázatát adta annak, hogy az ipar fellendülése elválaszthatatlan a kutatástól. A fejlett műszaki kultúrának egyaránt fontos tényezői a munkás szakmai felkészültsége, a gyári munka szervezettsége, az élenjáró

technika behatolása a termelésbe. Ez utóbbi, tehát az élenjáró technika, csak két feltétel teljesítése esetén kerülhet be a termelésbe. Az első feltétel, hogy az országban szervezeten foglalkozzanak az élenjáró technika felismerésével, kutatásával és elterjesztésével; ennek kell történnie a kutatóintézetekben és a gyári laboratóriumokban. A másik feltétel, hogy az iparvezetés, valamint a gyárak műszaki vezetői felismerjék, hogy ez az út és csak ez az út vezethet a termelési mutatók döntő mértékű megváltozásához. Minden más módszer, amely nem veszi figyelembe a fejlődés szükségességét, minden más módszer, amely konzerálni akarja a régi gyártási eljárásokat, ha már azok idejüket múlták, nem visz előre a termelési mutatók megjavításának útján, ellenkezőleg, fékez, és ezzel kárt okoz népünknek. Ez a felismerés megmutatkozott iparpolitikánkban, és az ipar jelentős fellendülését eredményezte.

Mindenki előtt ismereteseek első öt éves tervünk statisztikai adatai, amelyekből kitűnik, hogy egy sor nagy fontosságú területen, mint az acélgépgyártásban, és széntermelésben, a szerszámgépgyártásban stb. az 1938. éves színvonalat nem százalékokkal, hanem több száz százalékkal túlhaladtuk. Ebben igen nagy része volt pártunk és kormányzatunk marxi—lenini elveken alapuló iparpolitikájának, de nagy része volt országunk dolgozó népének, és nem utolsó sorban néphez hű tudósainknak, műszaki értelmiségünknek.

A márciusi Központi Vezetőség-i határozat, amely a nehézipar fejlődését bénító jobboldali elhajlásokat leleplezte, újabb lendületet adott nehéziparunk fejlesztésének, és csak helyeselhetjük Hevesi elvtárs közlését, amely szerint a Magyar Tudományos Akadémia annakidején perspektív tervezetében nem csökkenteni, hanem növelni akarta a szén-, az acéltermelés, a villamosenergia-termelés mennyiségét.

Az elvégzett munkából az Akadémia Műszaki Osztálya, és az ebbe tömörült tudományos szakemberek nagy sora bőven kivette részét. És ha ebben a munkában voltak is fogyatékoságok, kétségtelen, hogy összehatásukban pozitíven és jelentős mértékben segítették népgazdaságunk fejlődését.

Az elért eredmények ellenére nem lehetünk megelégedve az akadémiai műszaki tudományok osztálya és az ipar jelenlegi kapcsolataival; vannak még hibák, amelyeknek felszámolása — így akadémiai szintről nézve is — a soron következő legfontosabb teendőnek látszik.

Mi, valamennyien, munkakörünknek megfelelően, különböző helyeken és beosztásokban azért dolgozunk, hogy hazánkban a műszaki fejlődést, a műszaki színvonal emelkedését segítsük elő. Engedjék meg, hogy mint ipari kutatóintézeti igazgató, tegyek szóvá néhány jelenséget, amelyek kedvezőtlenül befolyásolják a műszaki fejlődést. E hibák kijavítása fontos érdek, amelyben egyaránt részt kell venniök az ipari szervezeteknek és a Tudományos Akadémiának.

Ma már el lehet mondani, hogy az ipari kutatóintézetek kijárták tanuló éveiket, készek és képesek arra, hogy az ipar részéről felvetett műszaki problémákat megoldják, és készek és képesek arra is, hogy az iparvezetésnek segítséget nyújtsanak döntő műszaki problémákban.

El lehet mondani, hogy ma már lényegében megszűntnek tekinthető az ipar és a kutatóintézetek kölcsönös megismerése, és ma már a kutatóintézetek azt kutatják, amire az iparnak szüksége van. A közelmúltban néhány tervező- és kutatóintézettel foglalkoztam, és arra a megállapításra juthattam, hogy az iparnak igénye a kutatóintézetekkel szemben nagyobb — hozzátehetem, lényegesen nagyobb —, mint amit ezek a kutatóintézetek jelenlegi kapacitásukkal teljesíteni képesek.

Azt a tényt, hogy az ipar igénye nagyobb, örömmel lehet elkönyvelni, mert arra mutat, hogy az iparágak és a gyárak vezetősége, műszaki értelmisége mind jobban felismeri és magáévá teszi azt az elvet, hogy a termelési mutatóknak döntő mértékű megváltoztatása csakis az új technika bevezetésével lehetséges. Viszont az is kétségtelen, amire beszámolójában Hevesi elvtárs is rámutatott, hogy a gyári műszaki fejlesztési osztályok és üzemi laboratóriumok fejlődése többé-kevésbé lemaradt, és egyes gyárakban egyenesen gátjául szolgál az igényesebb technológia kialakulásának, új és modernebb gyártmányok készítésének, és nem utolsósorban a kutatóintézeti eredmények átvételének.

Az iparvezetés észrevette ezt a hibát, és a gyári, laboratóriumi részlegeknek fejlesztésével erőteljesen foglalkozik. Ez igen helyes irányzat, viszont az ipari kutatóintézeteknek is fokozottabban törekedniök kell arra, hogy azt kutassák, ami szükséges, és ezen túlmenően is segítsék a gyári, üzemi laboratóriumok munkáját. Arra kell törekedni tehát, hogy a kutatás és a műszaki fejlesztés egyaránt, egymást segítve menjenek előre.

Meg kell mondani, hogy a kutatóintézetek egyes volt dolgozóira nem jó fényt vet az a tény, hogy azok a tudományos vagy műszaki káderek, akiket a közelmúltban az ipari kutatóintézetekből másfelé irányítottak konkrét feladatokra, részben szétszéledtek, és nem mutatták meg tudományukat az iparban. Az ilyen jelenség természetesen nem hasznos, hanem káros a kutatóintézeti dolgozók, és az ottani munka megítélésénél.

Általánosságban azonban szerencsére nem ez a jellemző, és éppen azért az iparvezetésnek, de nem utolsósorban a Tudományos Akadémiának is erélyesen kell harcolnia a kutatóintézetekben még fennálló hiányosságok megszüntetése érdekében.

Szeretném még megemlíteni — Kolos elvtárs szavaihoz csatlakozva —, hogy az Akadémia Műszaki Tudományos Osztályának beszámolójából az önkritika nem eléggé erősen domborodott ki, főként abban a tekintetben, mit tett azért, hogy az egyes gyárakban ma még eléggé elmaradott technika pl. az öntődékben, általában az alap- és nyersanyagelőállítás és előkészítés terén fennálló hiányosságokat segítse felszámolni. Az Akadémia Műszaki Osztálya a tudomány nagy kérdései mellett ezeket a mindennapos, de végeredményben a termelékenységet, export-lehetőségeket érintő fontos kérdéseket ritkán és nem összefogóan tette megvitatás tárgyává. Lehet, hogy ez azért van elsősorban, mert az akadémiai bizottságban ugyanaz a főmérnök van bent, aki kint a gyárban a gyártást irányítja, ami önmagában nem volna baj, sőt hasznos, de hátrányos, hogy a Műszaki Osztályon a tudományos kérdések vitatásán túl kevés irányítást kap a nagy jelentőségű konkrét napi problémák tekintetében.

Valójában tehát azt kell látni, hogy az Akadémia Műszaki Osztályának — kétségtelenül nagy érdeme mellett — a következőkben sokkal erélyesebben, sokkal konzekvensebben, magasabb színvonalon kell tevékenykednie, irányt mutatnia, a termelési mutatók jelentős mértékű megváltoztatása érdekében. A kutatóintézeti munka, általában az akadémiai szintű irányító munka, és az eredményeknek az iparba való átültetése természetesen nem könnyű. Nem könnyű a soronkövetkező legfontosabb teendők felismerése sem. Éppen ezért nálunk is szükség lenne egy olyan országos kongresszusra, mint amelyet a legmagasabb párt- és kormányzati vezetők közreműködésével tartottak meg az elmúlt hónapokban a Szovjetunióban, az új technika bevezetésének problémájáról.

DISCHKA GYÖZŐ, a műszaki tudományok kandidátusa

Hevesi Gyula levelező tag osztálytitkári beszámolójában említette, hogy egyes iparágak elmaradtak az egzakt tudományok gyors fejlődésével szemben. Az egyik ilyen iparág a textilipar.

A textiltudományok tehát igen nehéz feladat előtt állott, mert egyszerre kellett a textiltechnológiai folyamatok tudományos alapjait tisztázni és ugyanakkor a textiltechnológiai folyamatokat tökéletesíteni.

A textiltudományok három téren, három irányban kezdte meg a mondott feladat megoldását.

Az egyik terület volt az egzakt mérési módszereknek a textiliparba való bevezetése. Közismert, hogy a textilipar a kézműiparból fejlődött, lángező találmányok vitték előre módszereit, de a módszerek tudományos vizsgálata messze elmaradt magától a technikától. A kutatás tehát elsősorban a meglévő, bevált technológiai módszerek tudományos tisztázását célozta. Ehhez mérési módszerekre, műszerekre volt szükség, amelyek a sokféle heterogén textilanyag minősítésére, és a belőlük készült termékek minősítésére alkalmasak.

A textiltudományok intézet elsősorban ezeknek a módszereknek és műszereknek a kidolgozásával foglalkozott, számos mérési módszert és műszert alkotott, amelyek már sok országban kiállításra kerültek és elismerést szereztek. Ezeknek a mérési módszereknek és műszereknek a hazai iparban való bevezetése is szépen előrehaladt.

A másik terület volt a technológiai folyamat ellenőrzése, egzakt mérésekkel. Ehhez ismét műszereket kellett szerkeszteni, mert csak mérési adatok kidolgozásával lehetett a folyamatok egzakt, tudományos kritériumait felállítani.

A harmadik irány volt maguknak a technológiai folyamatoknak a tökéletesítése. Ez azokon az eredményeken alapult, amelyeket a technológiai folyamatok egzakt ellenőrzése adott. Így sikerült például az addig — hogy úgy mondjam — misztikusnak látszó kártólási folyamatba betekintést kapni, és műveleti szabályokat kidolgozni.

A technológiai folyamatok tökéletesítése folyamatban van minden téren. Az eddigi eredmények az egyes részműveleteknek tökéletesítését, ezzel a termelékenység növelését és a minőség javítását szolgálják. Ezenkívül új textilnyersanyagok kerültek most piacra. Feldolgozásuk új technológiát igényel. Ennek kidolgozása a legközelebbi feladat.

A textiltudományok előmozdítják azokat a szakbizottsági tanácskozások, amelyekben a kutatóintézeti és ipari szakemberek kijelölik a kutatás irányát, és felülbírálják a kutatási eredményeket.

Az újszerű eredmények népszerűsítését, és az esetleges üzemi ellenállás leküzdését szolgálta a műszaki és tudományos egyesülettel való szoros együttműködés.

Sok feladat áll még előttünk. Az az út azonban, amelyet eddig megtettünk, eredményesnek bizonyult és azzal kecsegtet, hogy a hazai textilipar fejlődése elérje azt a színvonalat, amelyet egyéb iparágak fejlődése felmutat.

STRIKER GYÖRGY, a műszaki tudományok kandidátusa

Az osztálytitkári beszámoló néhány pontjához kívánok hozzászólni, mint a Műszaki Tudományok Osztálya egyik intézetének, a Méréstechnikai és Műszerügyi Intézetnek vezetője.

Hevesi elvtárs erősen hangsúlyozta a tudomány és a gyakorlat, a műszaki tudományok és az ipar kapcsolatának, együttműködésének fontosságát.

Azt hiszem, nem lesz helytelen, ha a Méréstechnikai Intézetnek az elmúlt időkből e téren elért eredményeit röviden ismertetem, és egyúttal utalok néhány problémára is, amelyek a tisztelt Osztályülés számára érdekességgel bírnak.

Intézetünk egyik fontos feladatköre általánosan ismert, és azt hiszem, hogy a Műszaki Tudományok Osztálya meg lehet elégedve azzal az eredménnyel, amely a *műszerkölcsönzés* létesítése és lebonyolítása tekintetében a magyar tudomány javára számszerűen kimutatható, igen jelentős megtakarításokat eredményezett beruházásokban, valamint az ezen műszerekkel elért különleges eredményekben. A jelenleg 6 milliót meghaladó értékű műszerkészletünkkel évente kb. 15–18 millió forint értékű beruházást takarítunk meg, és amellet lehetővé válik, hogy nemcsak a műszaki tudományok, hanem mondhatni a tudomány minden területén a rövidlejárátú kutatásokat különösebb műszerberuházás nélkül tudjuk ma lebonyolítani. Most a Szovjetunióban tett utam alkalmával meglepetéssel értesültem arról, hogy a Szovjet Tudományos Akadémia elnöksége mellett is működik ilyen műszerkölcsönzési részleg, amely hasonló feladatokat végez, ami újból igazolja e sokat vitatott feladatkör akadémiai jellegét.

Az intézet másik olyan funkciója, amellyel nagyon jelentős népgazdasági és tudományos eredményeket ér el, jelentős megtakarítások mellett, az *elektronmikroszkópiai és fizikai-kémiai laboratóriumi* tevékenysége. Olyan készülékekkel, amelyek országunkban csak egy példányban vannak meg, lehetővé tesz kutatásokat, amelyek az orvosi, a biológiai, a fizikai-kémiai, a mezőgazdasági kutatásoktól a nehéz- és könnyűipart szolgáló műszaki tudomány legszélesebb területéig terjednek. Technikai részlegének munkája folytán megvalósult az első, hazailag előállított elektrondiffraktográf, amely az év folyamán lehetővé teszi e fontos műszer széleskörű alkalmazását az egész tudományos kutatás javára.

E részleg munkájáról meg kell említenem, hogy az ásványolajkutatás területén az olajok koromtartalmának meghatározásától, és azok viselkedésének vizsgálatától a selyemszövőlepké vírusának felfedezéséig igen jelentős eredmények vannak; olyan eredmények, amelyeknek felsorolása a felszólalás keretében nem illenek ugyan bele, de arról tanúskodnak, hogy ilyen eredmények a műszaki tudományok osztálya egyik intézetének munkája keretén belül elérhetőek voltak.

Az intézet egy másik tevékenységéről kissé részletesebben szeretnék szólni, ez pedig a *Méréstechnikai Osztály*, a méréstechnikai kutatómunka területe.

Többször felvetődött már az a kérdés, vajon a méréstechnika az alapvető tudományos kutatástól elszakítható-e, és mint önálló tudomány művelhető-e. Azt hiszem rávilágíthatok e kérdés megoldására, ha azt mondom, hogy az intézet tulajdonképpen egy részlege egy technikai-fizikai, vagy alkalmazott fizikai kutató intézetnek, ahol a fizika-kutatás legújabb eredményeit a mérések — a műszaki és nem műszaki mérések — szolgálatába igyekszünk állítani.

Hogy ez az intézet nem felel meg egy műszaki-fizikai intézetnek, az egyszerűen szűk kereteiből adódik, hiszen akkor nemcsak mérésekre, hanem a technológiára és sok minden egyébire kellene alkalmaznunk a fizikát úgy, ahogyan a Szovjet Tudományos Akadémia műszaki-fizikai intézetében, a Lengyel Tudományos Akadémia, vagy sok más akadémia ilyen intézetében történik. Helyes azonban, hogy az adott körülmények között nálunk szűkítettük ezeket a kereteket — talán csak egyelőre — egy, a méréstechnika alkalmazására vonatkozó kutatótevékenységre.

Itt a feladatunk az, hogy a Központi Fizikai Kutató Intézetben, és más hazai és külföldi kutató intézetekben feldolgozott eredményeket a hazai mérés-technikában meghonosítsuk, és az iparba való bevezetésüket lehetővé tegyük.

Jellemző példa erre az ultrahangnak az iparban való meghonosítása, amiben intézetünk értékes eredményeket ért el, vagy a magnetoelasztikus nyomaték-mérésnek a hengernyomások kutatására való alkalmazása. Talán a legjelentősebb feladat az izotóptechnikának a mérés-technikában való alkalmazása, ami a Szovjetunióban szinte minden kutatóintézetben bevezetett mérési eljárás.

Ebben a tekintetben is jelentős kooperációt tudunk létrehozni az elmúlt években az Akadémia több intézetével. Sikerült a Központi Fizikai Kutató Intézettel eddigi laza kapcsolatunkat szorosabbra fűzni, a tanszékkel mérés-technikai területen együttműködni, és ezen felül, ami talán a legjelentősebb eredménye az elmúlt félévnek, a gyári kutatókkal és fejlesztő részlegekkel egyes üzemekben szocialista szerződés kötésével biztosítani, hogy eredményeink valóban megfeleljenek az ipar vagy a mezőgazdaság követelményeinek, és ezek az eredményeink valóban felhasználásra is kerüljenek.

Ilyen szerződéseink vannak a Papíripari Kutató Intézettel és a Karton-lemezzgyárral, együtt dolgozunk az Államvasúttal, az Építőipari Kutatóval, az Elektrokémiai Tanszékkel, a műszergyárak közül a Laboratóriumi Felszerelések Gyárával és az Elektronikus Mérőkészülékek Gyárával. Igyekeztünk tehát megoldani azokat a feladatokat, amelyeket a párt irányvonala a gyakorlat és az elmélet kapcsolata terén elének állított. Talán egyik legjelentősebb hibája intézetünknek éppen az, hogy kissé túlságosan prakticista, és nem eléggé mélyülnek el kutatóink az elméletben. Ezen a vonalon van még hátra egyik legjelentősebb feladatunk.

Az intézetnek ezen a téren és sok más vonatkozásban javítani kell munkáján. Ehhez azonban szükséges, hogy a mérés-technikai tudományban — ahogyan az előbb igyekeztem nagyon röviden és hézagosan definiálni — megfelelő mértékben biztosítsunk munkánknak a műszaki tudományok osztálya, és az ezen a téren dolgozó tudományos dolgozók részéről. Meg kell értenünk azt, hogy nem kívánunk másoktól »elprofilozni« olyan kérdéseket, amelyeknek megoldása rájuk tartozik, nem kívánunk olyan speciális mérés-technikai kérdésekkel foglalkozni, amelyek nem tartozhatnak egy központi intézet munkakörébe. Ilyenek például a mikro-hullámú mérések, a textilipar különleges mérései stb.

Ugyanakkor vannak olyan szélesebben alkalmazható fizikai alapelvek vagy jelenségek, mint pl. az izotópok, az ultrahang, amelyek a vasiparon kívül az építészeti iparban és az olajkutatással kapcsolatos méréseknél is felhasználhatók, s amelyek központi alkalmazása igen jelentős hasznot hoz a kutatásnak, szétforgácsolása pedig fölösleges többletfelhasználásokat jelent amellet, hogy gyakran nem biztosítja az eredmények széleskörű hasznosítását.

Ez az a kérdés, amelyet szerintem hasznos lenne saját műszaki tudományos osztályunkon belül jobban tisztázni.

Az intézet elhelyezési kérdését kell még megemlítenem az osztályülés előtt azért, mert ez a probléma a jelen időpontban szinte lehetetlenné teszi az egyes dolgozók alapos, tudományos munkáját, és megnehezíti azt, hogy az intézet elméleti színvonalát emelni tudjuk. Pótolnunk kell ezenkívül azt a mulasztást, hogy éppen a mérés-technika területén nem képeztünk elegendő aspiránst. Ez is egyik oka annak, hogy ma nem áll rendelkezésre elegendő olyan tudományos munkaerő, akik ezeknek a feladatoknak magasabb elméleti színvonalon való továbbfejlesztését és megoldását biztosítani tudnák.

Ha ezekkel a kérdésekkel a közeli jövőben meg tudunk birkózni, biztos vagyok abban, hogy a Műszaki Tudományok Osztályának ez az intézete jelentősen javítani tud munkáján, és komoly eredményeket fog felmutatni a következő években.

BRODSZKY DEZSŐ

Pattantyús Á. Géza levelező tag hozzászólásában hangsúlyozta már a gázturbina-kutatás fontosságát, és ezzel kapcsolatban megemlékezett Jendrassik György úttörő munkájáról. Kötelességemnek érzem, hogy erről a munkáról néhány adatot megemlítsék, mert az a furcsa helyzet, hogy az elért eredményeket a külföld bizonyos mértékben jobban ismeri és értékeli, mint mi magunk. Ez abból származik, hogy az eredményeket jobban tükrözi a több mint 30 szabadalmi bejelentés, mint az irodalmi közlemények. Külföldön ezeket a szabadalmakat tanulmányozták, s minthogy erre a háború alkalmat adott, fel is használták. Később e szabadalmak a háborút követő bonyolult nemzetközi helyzet következtében érvényüket is veszítették, így ezek közül sok közkinccsé válhatott anélkül, hogy az irodalom az elsőbbségre hivatkoznék. Csak a legfontosabbokról kívánok szólni. A kompresszort illető két összefüggő szabadalom alapján, melyeket sehol nem tudtak megtámadni, *a feles forgású axiál kompresszort* és *a potenciális örvény sebességi eloszlás szerint elcsavart lapátokat* magyar találmánynak, helyesebben *magyar kutatómunka eredményének kell tekintenünk*. Hasonlóan *magyar kutatómunka eredménye a feles forgású turbina és a turbina-lapátok-nak potenciális örvény szerinti elcsavarása*. Több szabadalmi bejelentés történt *lamináris átáramlású rekuperátorokra és forgó regenerátorokra* nézve. (Ilyenekkel jelenleg külföldön főképpen gépkocsi-gázturbinákkal összefüggésben kísérleteznek). Több 1939-ben megkapott szabadalom bizonyítja, hogy *Jendrassik mutatta meg először azt, miképpen érhető el gázturbinával járművek részére kedvező nyomatéki karakterisztika*. Nemcsak a munkaturbina különválasztására mutatott rá, hanem arra is, hogy a kompresszor-turbina egységet miképpen kell e célnak megfelelően szabályozni. Megjegyzendő, hogy a VDI—Zeitschrift 1955 márciusi számában Nallinger német elsőbbségről beszél, s arra hivatkozik, hogy ők »már« 1943—44-ben terveztek ilyen gépet. Az elmondottak erre megadják a választ. Jendrassik szabadalmi közül csak a legalapvetőbbeket soroltam fel, hangsúlyozni kell azonban, hogy a többiek is jelentősek.

A kutatómunka nemcsak elméleti eredményeket hozott, hanem gyakorlatiakat is. Az 1938-ban elkészült *100 Le teljesítményű gázturbina* világszerte nagy feltűnést keltett, mégpedig azért, mert 21,5% gazdasági hatásfokot ért el 475 C° turbina előtti hőmérsékleten, vagyis igen kis hőmérsékleten. De nemcsak ez a gázturbina készült el, hanem 1940-ben megépült egy *1000 Le teljesítményű légszavas repülőgép-gázturbina*. Ez tudomásom szerint a világon az első olyan légszavas turbina volt, amely valóban jelentős teljesítményt adott, bár az 1000 Le-t nem érte el. 1941-ben elkészült egy *300 Le teljesítményű gázturbina különválasztott munkaturbínával*, és ehhez forgó hőcserélő is készült. Két további ilyen gép gyártása is elkezdődött. Bár az első különválasztott munkaturbínájú géppel sok kísérlet történt, ezek a kísérletek mégsem tekinthetők befejezetteknek, inkább megszakadtaknak. E hely nem alkalmas részletek tárgyalására, ehhez más alkalmat használok fel. Mégis ki kell még egy technológiai részletet ragadnom, s megemlítenem, hogy valamennyi turbinalapát már akkor *precíziós öntési eljárással* készült, ami *Árpay Károly* érdeme.

Eredményeink — amelyeket csak kis részen vázoltam — köteleznek arra, hogy erről a térről ne hátráljunk meg. Vannak kádereink — köztük aspiránsok —, akik képesek lennének a munka folytatására. Legyőzhetetlen technológiai nehézségek nincsenek, ma már ismét készülnek öntött turbinalapátok turbofeltöltőkhöz.

Meg kell azonban mondani, hogy előrehaladás csak jelentős anyagi áldozatok árán remélhető. Részeredmények ugyanis nem hozhatnak népgazdaságunknak gyakorlati hasznot, ha nem fejlesztjük ki a korszerű gázturbina gyártást.

LÉVAI ANDRÁS

Az osztálytitkári beszámolóban szó volt az energiagazdálkodás 20 éves kerettervéről, aminek kidolgozására az Akadémia Energetikai Főbizottságában néhány hónappal ezelőtt elhangzott kezdeményezésem folytán fog sor kerülni. Hevesi elvtárs megemlítette, hogy ilyen terv összeállítása különösen nagy jelentőségű olyan országban, mint Magyarország is, ahol az energiaforrások közismerten szűk volta döntő mértékben befolyásolja az iparosítás lehetőségeit. Tekintettel arra a körülményre, hogy a nagy energetikai létesítmények létesítési ideje hosszú, és azokat meg kell előzniük az energiaforrások feltárási és termelést előkészítő munkálatainak, elengedhetetlenül szükséges, hogy kellő hosszú időre előre vetített távlatlall készüljön olyan átfogó terv, amely irányt szab az energetika fejlődésének, biztosítja ezenkívül az 5 éves tervek egymáshoz való kapcsolódását, és lehetővé teszi a helyes népgazdasági perspektívával kitűzött tervezést. Érdekes egyébként, hogy az elmúlt napokban a Szovjetunió ipari vezetőinek tanácskozásán Hruscsov elvtárs is utalt ilyen hosszú távlati energetikai terv elkészítésének fontosságára.

Ilyen tervnek természetesen fel kell ölelnie az energiagazdálkodásban érintett valamennyi területet, tehát gyakorlatilag az egész népgazdaságot. A terv készítésének nagy nehézségei lesznek, mert hiszen éppen pl. a fogyasztói igényeknek az alakulása ilyen hosszú távlatra előre nem állapítható meg pontosan. Itt tehát csak kellő mérlegeléssel átvett statisztikai adatokból szabad kiindulni, figyelembe véve azokat a fajlagos adatokat, amelyeket egyes, nálunk fejlettebb műszaki kultúrával rendelkező külföldi országokban elértek.

Másik nagy nehézséget jelent, de egyúttal az összefüggő energetikai terv elkészítésének szükségességét még jobban alátámasztja az az összetettség, ami az egyes energiatermelő, átalakító és fogyasztó berendezések között megvan.

Hiszen éppen az egyes energifajtáknak összetett, tehát minél tökéletesebb, és az energiaforrásokban levő alapanyagok tulajdonságainak legcélszerűbb felhasználását figyelembe vevő hasznosítás az, amire törekedni kell, és amely területen ma még igen nagy mértékben elmaradtunk vagyunk. Ilyen hasznosításnak kezdete mutatkozik hazánkban, amidőn igyekszünk, egyelőre még ugyan csak igen kis léptékben, összekapcsolni a villamos- és hőenergiaszolgáltatást, ellennyomású, illetve elvételes kondenzációs rendszerű erőművek, vagy erőműrészlegek létesítése útján. Azok a szerény lépések azonban, amelyeket eddig ezen a területen megtettünk, korántsem nevezhetők részben elegendőnek, részben ezek is a szent, a benne levő értékes vegyi alapanyagokkal együtt még mindig csak tüzelési célokra veszik igénybe. Ez megengedhető lenne akkor, ha olyan szénvagyonnal rendelkeznenk, amely még sok száz évre is biztosítaná az

egyre fokozódó felhasználású ütem mellett az alapanyagot. Ez azonban sajnos nincs így. Ha csak azzal számolunk, hogy az erőművek és kazántelemek továbbra is a termelt szénnek kb. ugyanakkora hányadát veszik igénybe, mint manapság, de figyelembe vesszük azt az exponenciális fejlődést, ami a villamosenergia fogyasztás területén be fog következni, akkor már az előzetes adatok is úgy mutatják, hogy néhány évtizeden belül elegendhetlenül szükséges lesz, hogy hazánkban is atomenergiával pótoljuk rohamosan csökkenő szénkészletünket. De ezen felül nem szabad szem elől téveszteni, hogy a szénnek mint alapanyagának, és hozzá tehetjük, mint egyelőre legalábbis pótolhatatlan alapanyagának, jelentősége pl. a szénfeldolgozó vegyiparban egyre növekedőben van, és itten korlátlan lehetőségek kezdenek kibontakozni. Ennek világos következménye, hogy még akkor is, ha a villamos, vagy hőenergiafejlesztés területén már nagymértékben áttérünk az atomenergia hasznosítására, akkor is a szénnek egyéb irányú felhasználási területei megmaradnak, és a szénigények tovább nőni fognak. Nekünk ezért alapvető érdekünk, hogy energiahozzászó alapanyagainkat minél hamarabb és minél racionálisabban, és — mint az előbb már említettem — minél komplexebben használjuk ki.

További korlátokat jelentenek itt a széntermelés fokozásának műszaki és szociálpolitikai nehézségei. Ezeknek lényege az egyre nagyobb mértékben növekvő fogyasztáson túlmenően világszerte abban keresendő, hogy az eddig feltárt és az ipari vidékek közelében fekvő szénbányák könnyebben kiaknázzható rétegei — legalábbis az iparilag fejlett országokban — kimerülőben vannak. Ennek következtében egyre mélyebben fekvő és nehezebben kitermelhető rétegeket kell művelni, amihez hozzájárul az a körülmény, hogy a dolgozók egyre kevésbé hajlandók egész életüket még oly korszerűen berendezett bányában, de mindenestre nehéz munkakörülmények között eltölteni. Emiatt a szén termelési költségei nőnek. Növekszik a közvetlen munkabéreken kívül a víztartás, a szellőzés költsége. Hogy milyen problémákat jelent például a bányák légtelenítése, arra nézve csupán megemlítem, hogy egyes bányákban a megmozgatott levegő súlya a szén súlyának 9—10-szerese. A szellőzéshez, és a veszélyes metángáz hígításához szükséges munka ugyan még így is kb. fele annyiba kerül csak, mint az újabb, korszerűbb megoldás, azaz a metángáz elszívása, viszont az így kapott gáz fűtőértéke tüzelőanyagra átszámítva kb. megégyszer annyi, mint amennyi a ventiláció költsége lenne, tehát az energetikailag helyes megoldás az olcsóbb is.

A világszerte gyors ütemben növekedő szénigény biztosítása céljából a megoldás természetesen elsősorban a bányák messzemenő gépesítésében rejlik, még akkor is, ha a feltételek erre nem kedvezők. Ha csupán a szociális szempontokat vesszük figyelembe, bizonyos, hogy ugyanolyan mértékben, amint a bányákban a fejtést, rakodást, szállítást gépesítik, eltűnik fokozatosan a bányákban uralkodó hőség, por, sötétség, és a nehéz fizikai munka sok egyéb jellemzője. A gépesítés természetesen igen komoly energiagazdálkodási megfontolást kíván nemcsak a gépek energiafogyasztása miatt közvetlenül, hanem sokkal inkább azért is, mivel igen nagymértékben már a bányászati módszerektől és eljárásoktól függ például az, hogy milyen szemcsézetű és milyen meddőtartalmú szenet kapunk. De ennél a közismert összefüggésnél sokkal tovább lehet menni, ha például azt a lehetőséget tartjuk szem előtt, amit egyes külföldi bányákban már bevezettek, hogy a szenet a fejtés helyén malmokkal megőrlik, és azután a legtöbb bányában amúgy is jelen levő vízzel együtt csővezetéken át a szénbányához tartozó erőműbe szállítják eltüzelés céljából, és így egybekapcsolódik a

vízirtás a szénszállítással. Ezenfelül elmarad a szén rakodása, valamint felszínre szállítása, ami a bányászattal kapcsolatos munkaerő szükségletének több, mint 50%-a. Az egész szállító és osztályozó berendezés helyett a bánya nagyságától függően csupán 20—25 cm átmérőjű csővezeték fektetéséről és üzeméről kell gondoskodni.

Az energetikával való együttműködés másik közvetlen lehetősége például a földalatti gázosítás, amit először a Szovjetunióban kísérleteztek ki és vezettek be nagyüzemben. Ott, ahol a geológiai adottságok megvannak, ez az eljárás rendkívül gazdaságos lehet, és lehetővé teszi a szénnek, illetve a szénből kapott gáznak szintézis útján való további vegyi feldolgozását.

A szénosztályozás és nemesítés területén egészen evidens a széntermelők, az energetikusok és szénfogyasztók szempontjainak kapcsolódása. A szénosztályozással szemben a követelményeket a fogyasztók állítják, viszont a szén nemesítésnél a feladat a fogyasztók követelményeinek kielégítésén kívül még mindazoknak az értékes melléktermékeknek kinyerésére és vegyszeti hasznosítására, amelyeket egyébként egyes fogyasztók, például a kazánok, csak mint fűtőanyagot tüzelnek el.

A szén nemesítés fontosságára jellemző, hogy a harmincas évek rossz gazdasági viszonyai között a ruhrvidéki bányüzemek éppen a szén nemesítés melléktermékeinek hasznosítása révén üzemüket modernizálni is tudták. Érdekes adat, hogy pl. 1937-ben Németország széntermelése 2 milliárd márká volt, amely mennyiségből 620 millió márká értékű szén ment a koksizókba, amelyek viszont a koksizárt és a termelt vegyi alapanyagokért összesen 940 millió márkát vettek be. A fejlődés iránya a szén nemesítés területén egyébként a teljes automatizálás, amire nézve jellemző, hogy például azt a vegyi átalakítást, ami régebben napokig tartott, ma folyamatos üzemben percekben belül végzik el; fentiek következtében a szén értéke a korábbi fogalmakhoz képest igen nagy mértékben megnőtt, s az ma már távolról sem tüzelőanyag csupán.

A szén önköltségének csökkentése szempontjából ugyancsak döntő fontosságú a barnaszénnek felhasználás előtti kátránytalanítása. 1 tonna barnaszénből átlagban 50—70 kg kátrány nyerhető, aminek értéke külföldi adatok szerint a szén termelési költségeinek 90%-át is képes fedezni. Ezért például Ausztráliában ma 6 milliárd tonna barnaszén hasznosítására épülnek vegyi üzemek. A barnaszén gázosítása kb. 30 at nyomású oxigénnel olyan, kb. 4000 kcal/kg fűtőértékű gázt eredményez, amelyet saját nyomásával lehet nagy távolságra szállítani. Ilyen eljárást veszünk majd figyelembe például az új budapesti gázgyár létesítésénél is.

A gázgyártás fokozása egyébként energetikai és szociálpolitikai szempontokból mindenképpen kitűzendő cél. A városi gáz felhasználása a fogyasztóknál olyan hatásokkal történik, amely többszöröse a háztartási szén tüzelésénél elért hatásoknak. Emellett — amint említettem — a benzolok, kátrány stb. kinyerése döntő fontosságú a modern vegyipar szempontjából, mert ezekből készülnek tudvalevőleg a különböző festékek, gyógyszerek, műgyanták, műgumik, nylon és így tovább. A gázgenerátorokban történő teljes elgázosításnál a termelt vegyi anyagokon kívül szintézisgázt is lehet előállítani. Ismeretesek már olyan eljárások, amelyeknél a széngázt és szénport folytatólagos és automatikus üzemben bizonyos kontakt anyagokon átvezetve, alapvetően fontos vegyipari alapanyagokat kapnak.

Hazánkban eddig nem túl nagy jelentőségűnek látszott, de az energetikai források számbavételénél nem hanyagolható el a tőzeg hasznosítása sem, annál

kevesbé, mivel a felhasznált tőzeg azonkívül, hogy például erre a célra épült erőművek üzemanyaga lehet, amellet kitermelés után az azelőtt lápos, mocsaras területeket mezőgazdasági hasznosítás céljaira rendelkezésre lehet bocsátani. Érdekesre tarthat itt számot az az eljárás, amely szerint a porráőrölt, szárított tőzeggel éppoly üzembiztosan üzemeltethető a gázturbina, mint tüzelőolajjal. A kipufogó gázt a tőzeg szárítására használják fel oly módon, hogy a tőzeg víztartalmát előzőleg préseléssel csökkentik. Az ilyen erőműhöz nem kell sem kazánház, sem víz, a gépegység könnyű, hordozható alapra építve követni tudja a kitermelés telephelyét, tehát nem kell a tőzeget szállítani. Az ily módon előállított villamosenergia önköltsége — külföldi adatok szerint — $\frac{1}{4}$ -e csupán a szénerőműben előállított energiának. Jellemző például, hogy Írország villamosenergia-szükségletének 75%-át ma már tőzegeből állítják elő.

Rendkívül nagy racionalizálási lehetőségek vannak tudvalevően a különféle fogyasztói területeken. Így pl. az egyik legnagyobb energiafogyasztónál, a nagyolvasztónál, a kokszfogyasztást különféle újabb eljárásokkal csökkenteni, illetőleg a szükséges hő- és szénmennyiséget más módon pótolni igyekeznek. Hazánkban is folytak félézemi kísérletek generátorgáznak kohóüzemben való hasznosítására. Külföldön (pl. Liègeben) tudtommal alacsony aknás és oxigénnel fűjtatott nagyolvasztóban eddig nem kokszosítható szénnel, és eddig másutt nem használható érből állítanak elő jó minőségű nyersvasat.

A fogyasztói energiaigények közül a leglényegesebb a hőenergiaigény, amely az összes igényeknek kb. $\frac{2}{3}$ -a, ezért döntő jelentőségű a gazdaságos hőfogyasztás megszervezése. Nem szabad elfelejteni, hogy ott, ahol villamosenergiát használnak fel hőforrásként, ez ugyanezen a helyen kényelmes és jó hatásfokú, de szénre visszszámítva mégis 75—80% szénvesztiséget jelent. Ennél sokkal jobb a gázenergiahasznosítás, főként ha figyelembe vesszük a már említett vegyianyag kinyerési lehetőségeket.

A felsorolást még soká lehetne folytatni. Fentiekben csak néhány példa során akartam rámutatni azokra a szerteágazó problémákra, amelyeket egy energiagazdálkodási kerettervnek össze kell fognia, és arra a szemléletre, amely az energiagazdálkodási kerettervet át kell hogy hassa, ha azt akarjuk, hogy az valóban az egész népgazdaság fejlődése szempontjából betöltse azt a feladatot, amit neki szánunk. Világos, hogy ilyen terv készítéséhez a szakemberek egész sorára van szükség, és azért helyes, hogy ezt a tervet a Magyar Tudományos Akadémia magáéva teszi, mert meggyőződésem, hogy az Akadémia műszaki és kémiai osztályához tartozó fő- és szakbizottságokban tömörült szakemberek, azoknak a gazdasági szerveknek a segítségével, ahol gazdasági munkájukat végzik, ezt a feladatot meg tudják oldani.

BALOGH ARTUR

Az Akadémia VI. Osztálya megalakulásával, és az ezzel kapcsolatos munkáival a műszaki tudományok majdnem minden ágát fellendítette. Erről Hevesi Gyula akadémikus mai beszámolója áttekinthető és általános megelégedést keltő képet nyújtott. Számos bizottság végzi iparfejlesztő munkáját, és áll gazdag tapasztalattal és széleskörű tudásával a népgazdaság rendelkezésére. Élénken emlékezünk arra — nem is olyan régen —, hogy ha akadt is műszaki tudós, annak helyét az Akadémia osztályaiban nem találták meg,

és valahogy olyan jellege volt az egésznek, mintha a technika nem is tartoznék a tudományok sorába.

A VI. Osztály e munkáját kiegészíteném azzal a javaslattal, hogy valamilyen formában a lengéstechnika is találjon helyet mint önálló tényező, és megkaphassa azt a bizottságot, bármily formában is, amely önállóan foglalkozhatnék az idevágó kérdésekkel és azok megoldásaival, és összefogná azokat a lengéstechnikai szakembereket, akik ma szétszórtnak, sok esetben egymás munkáját megismételve végzik nem éppen egyszerűnek tekinthető munkájukat.

Ezt a javaslatomat már az Osztály elé írásban is előterjesztettem, és azt a választ kaptam, hogy ez a kérdés nem időszerű, mert ezzel az Akadémia műszaki bizottsága köreiben amúgy is foglalkoznak. Mellékelten egy külföldi hasonló intézmény működéséről szóló jelentést, amelyből kiderül, hogy mily fontos problémák merülhetnek fel, és milyen érdekes megoldásaik adódhatnak.

Az, hogy számos bizottság foglalkozik ily problémákkal, csak arra vezethet, hogy többen foglalkozhatnak ugyanavval a kérdéssel és ugyanazt a megoldást találhatják meg többen is, ami felesleges idővel, munkával jár, és amelyet más hasznos feladatok megoldására lehet fordítani.

Az is előfordulhat azonban, hogy a lengéstechnikai kérdéseket nem bírálják el szakszerűen azért, mert a bizottságban nincsenek olyan szakemberek, akik e kérdésekkel érdemben foglalkozhatnak. Velem történt meg az az eset, hogy egy lengéstechnikai kérdésben oly négytagú bizottság döntött, melynek egyik tagja mezőgazdász, másik tagja emelőgépes, a harmadik hidraulikus szakember volt. Kétségtelen, hogy a szakemberekből álló lengéstechnikai szakbizottság nagyobb hozzáértéssel és megfelelőbb eredménnyel végezhetne volna el munkáját.

Sajnos még ma is találkozunk, még szakkörökben is, olyanokkal, akik a lengéstechnikai jelenségeket, és azoknak sokszor igen súlyos és nagy költségekkel járó következményeit bagatellizálják, mert nincs ma még sehol oly fórum, amely e témáknak fontosságát elismertetné és tekintélyének súlyával a lengéstechnikai kérdéseknek elismerést szerezne.

Mi, akik a gyakorlatban dolgozunk, és követni tudjuk a külföld lengéstechnikai munkáit, feltétlenül szükségesnek tartjuk, hogy összevonjuk azokat a szakembereket, akik már ezen a téren eredményeket mutattak fel, és további munkájukkal a technika fejlődésére oly fontos eredményeket tudnának elérni, amelyek nemzetközileg is elismerést szereznének.

Összefoglalva, javaslatom tehát az, hogy alakítsa meg a VI. Osztály a lengéstechnikai bizottságot, hogy az mielőbb megkezdhesse hasznos munkásságát.

SZEKERES ISTVÁN aspiráns

Hozzászólásomban a külföldi tanulmányokat végző műszaki aspiránsok külföldre történő kiküldési rendszere megváltoztatásának jelentőségére kívánom felhívni a figyelmet.

A jelenleg külföldön tanuló aspiránsok teljes háromévi tanulmányi idejüket külföldön töltik. Az alábbi megfontolások alapján javaslatom az, hogy a *műszaki aspiránsokat ne három évre, hanem kandidátusi vizsgájuk letétele*

után a választott tudományterületük, illetve disszertációs témájuk kívánalmaitól függően 5—10 hónapi időtartamra küldjék ki tanulmányok végzése céljából.

Az aspiránsok külföldre küldésének célja az, hogy ott alapos, elmélyült tanulmányokat folytatva, sok tapasztalatot gyűjtsenek, amit tanulmányaik befejezése után hasznosan gyümölcsöztetnek majd a magyar tudományos élet felvirágoztatásáért.

Ha elemezzük az aspiránsok tanulmányi munkáját, a következőket állapíthatjuk meg: az országban tanuló és a tanulmányaikat Szovjetunióban végző műszaki aspiránsok tanulmányi idejük első két évét a választott tudományág megismeréséhez szükséges alap- és segédtudományok elsajátítására, az orosz nyelv és ideológiai tanulmányok végzésére fordítják. Választott tudományterületük alaposabb megismerésére és kutatások útján való fejlesztésére csak a kandidátusi vizsgák letétele után, a harmadik tanulmányi évben kerülhet sor.

Az első két évben folytatott tanulmányok olyan jellegűek, hogy azt az aspiráns megfelelő aspiránsvezető irányításával, a meglévő irodalomra támaszkodva, országon belül is el tudja végezni. Itt lényegében szakmai területen a tudományága jelenlegi szintjét sajátítja el az aspiráns. Az ideológiai tanulmányok szintén olyan jellegűek, hogy az aspiráns azt magyar nyelven jóval kedvezőbb körülmények között sajátíthatja el, mint idegenben idegen nyelven. Csupán az idegen nyelv tanulása az, ami kedvezőtlenebb körülmények között végezhető itthon, mint külföldön, azonban műszaki aspiránsoknál az idegen nyelv nyelvészeti szempontból is tökéletes elsajátítása nem lehet elsőrendű fontosságú cél.

Ezek alapján kézenfekvő az a megfontolás, hogy a költségvetésben aspiránsok külföldi tanulmányainak fedezésére szolgáló pénzüsszeget ésszerűbben használjuk fel. Tekintve, hogy a külföldre küldött műszaki aspiráns a kiküldetés céljának megfelelő munkát csak tanulmányi idejének harmadik évében végez, így csak a harmadik évben küldjünk ki műszaki aspiránsokat tanulmányok végzése céljából, a választott munkaterületük és disszertációjuk kívánalmaitól függően 5—10 hónapos időtartamra. Ilyen alapon az e célra biztosított pénzüsszegeből több aspiránst tudnánk külföldre küldeni, mint amennyit a jelenlegi kiküldetési rendszer megenged.

Kérem az Osztályvezetőséget, hogy javaslatomat megtárgyalva, felsőbb szervek felé tegyen kezdeményező lépéseket a jelenlegi aspiráns-kiküldetési rendszer megváltoztatására vonatkozóan, hogy már a következő tanulmányi évben javaslatomnak megfelelően több aspiránst küldhessünk külföldi tanulmányútra.

HEVESI GYULA válasza

Csak néhány szóban kívánok reflektálni a felszólalásokra. Először is azt szeretném kiemelni, hogy a felszólalások tartalmával legnagyobb részt teljesen egyetértek. Nemcsak köszönettel veszem az elhangzott bírálatot, hanem nagy örömmel is. Ha nem is lehetett túlságosan terjedelmes ez a vita, a felszólalások tartalma, hangja, a bírálat építő volta, nézetem szerint tanúságot tesz műszaki közéletünk színvonalának olyan emelkedéséről, amelyet komoly eredményként könyvelhetünk el a néhány évvel ezelőtthez képest.

A felszólalásban elhangzott javaslatokat természetesen az osztályvezetőség megfelelően figyelembe fogja venni további munkájában. A magam részé-

ről csak alá akarom húzni, hogy különösen egyetértek Kolos elvtársnak a bizottságaink munkájára vonatkozó ama megjegyzésével, hogy itt meglehetősen elhanyagoltuk az ipar bírálását, főképpen az ipar műszaki fejlődésének tekintetében. Az ipar műszaki fejlesztésének bírálata, de segítése és irányítása is, valóban elsődrendű feladata lenne akadémiai bizottságainknak.

Körülbelül ezt hangsúlyozta felszólalásában Ács elvtárs is. Ez nagy hiányossága bizottságaink munkájának. Magam is hangsúlyoztam, a fejlődés szükségessé teszi, hogy a bizottságok munkájának tartalmát bizonyos revízió alá vegyék. Enélkül nem tudunk tovább működni, de a munka tartalmát is tökéletesítenünk kell. Viszont nem tudok egyetérteni Ács elvtársnak azzal a felfogásával, amely Kolos elvtárs részéről is elhangzott, hogy a mi bizottságaink valamiképpen is elmosnák a minisztériumok felelősségét a műszaki fejlesztésért. Ez teljesen elképzelhetetlen, hiszen az Akadémiának nincs semmiféle adminisztratív jogköre és hatásköre a minisztériumok területén. Az Akadémia végzi a maga tudományos feladatát. Még akkor is, ha esetleg betéved egy-egy miniszteriális területre, ez semmiképpen sem kötelező a minisztériumra, és a lehető legcsekélyebb mértékben sem szabadítja fel a minisztériumot az alól a felelősség alól, hogy a maga területén és a maga eszközeivel fejlessze a termelést, és igyekezzék annak tudományos színvonalát emelni. Nem tudok tehát egyetérteni azzal, hogy mi korlátozzuk bizottságaink munkáját, nehogy általa a minisztérium felelőssége csökkenjen. Hangsúlyozom, mi nem csökkentjük a minisztérium felelősségét.

Nem tudok azonban egyetérteni Ács elvtársnak azzal a nézetével sem, ahogyan bizonyos parallelizmus kiküszöbölését javasolja. Szerinte ugyanis azzal kellene ezen segíteni, hogy az ipar vezető főmérnökeit kizárjuk az akadémiai bizottságból, mert nem jó, ha az ipar vezető főmérnöke ott ül az Akadémiában és valahogyan úgy érzi, hogy a miniszter előtt nem felelős. Én ellenkezőleg, úgy gondolom, hogy ez rendkívül hasznos, ez az egyik fő erőssége a bizottságoknak. Ilyen módon vagyunk kapcsolatban az iparral, hogy a tudós, az egyetemi tanár, az akadémikus, a kutató mellett ott van az ipari vezető is, aki a maga ipari tapasztalatait közölheti a tudomány és az elmélet embereivel, fordítva pedig meghallgathatja az ő tapasztalataikat.

De elméletileg is igen fontosnak tartom, hogy ahol szakmailag indokolt, a minisztériumok főmérnökei és osztályvezetői ott legyenek mint akadémiai bizottsági tagok. Nem a minisztériumok képviselőiként hívjuk meg őket, hanem mint szakembereket, bár tudomásul vesszük, hogy a minisztériumban is bizonyos tisztséget töltenek be. Azért tartjuk ezt nagyon hasznosnak, mert az akadémiai bizottságoknak nem jelentéktelen és nem elhanyagolható nevelő hatásuk is van tagjaikra.

Volt szerencsém néhányszor részt venni minisztériumi műszaki tanácsok ülésén, és bizony meg kell állapítanom, hogy ott túlságosan is egyoldalúan érvényesül a miniszter vagy az elnöklő miniszterhelyettes egyszemélyi felelőssége. Ezeken a tanácsokon rendszerint az történik — legalábbis egynéhányszor, amikor ott voltam, az történt —, amit az elnök előre elhatározott, majd nem függetlenül attól, hogy mit mondanak a résztvevők. Ennek az a következménye, hogy a résztvevők, még akadémikusok is — kénytelen vagyok ezt megmondani —, akik kutatóintézeti vezetői minőségükben a miniszternek vagy a miniszterhelyetteseknek alárendeltjei, ott nem mondják meg azt a véleményt, amelyet pedig meg kellene mondaniok. Ugyanezek a szakemberek az akadémiai bizottságban, ahol a főhatóság nincs jelen, ahol »szabadabb

a levegő», megmondják szakmai véleményüket. Nem ártana — és erre igyekszünk ránevelni bizottságunk tagjait —, hogy amint tudományos lelkiismeretüknek megfelelően megmondják véleményüket az Akadémián, ugyanúgy mondják meg a minisztériumi műszaki tanácsban is.

Magától értetődő, hogy az utóbbinak más a jellege. Az Akadémián a bizottság határoz és a többség véleménye irányadó. A minisztériumban más a helyzet. A miniszter egyszemélyben felelős a dolgokért, és természetesen lehet ellentétes álláspontja is, mint a tanácsban jelenlevőknek. Mégis rendkívül fontos lenne, hogy a minisztériumi műszaki tanácsoknak tudományos résztvevői és tagjai ettől a helyzettől függetlenül, kizárólagosan tudományos lelkiismeretüknek megfelelően, ott is megmondják véleményüket. Ebben az esetben fogja azután teljesíteni ez a műszaki tanács a maga hivatását, mert hiszen ez azért van, hogy a miniszter és a minisztérium kellőképpen figyelembe vehesse a tudományos szempontokat. Ha pedig azokat nem merik ott megmondani, ez a tanács természetszerűen elveszti jelentőségét.

Úgy gondolom, kategorikusan ki kell kapcsolni azt az álláspontot, hogy akár az Akadémia, akár bármely más testület, akár az MTESz, akár valamelyik bizottság bármiképpen is csökkentheti a minisztériumok felelősségét. A feladat inkább az, hogy a szükségtelen párhuzamosságot kiküszöböljük és valóban azt valósítsuk meg, amit Kolos elvtárs és Ács elvtárs egyhangúan javasolt, hogy az Akadémia bizottságai magasabb szintről való kritikai fórumai legyenek a minisztériumok és egyéb gazdasági szervek iparfejlesztési tevékenységének.

Még egyszer megköszönöm a hozzászólásokban előadott kiegészítéseket.

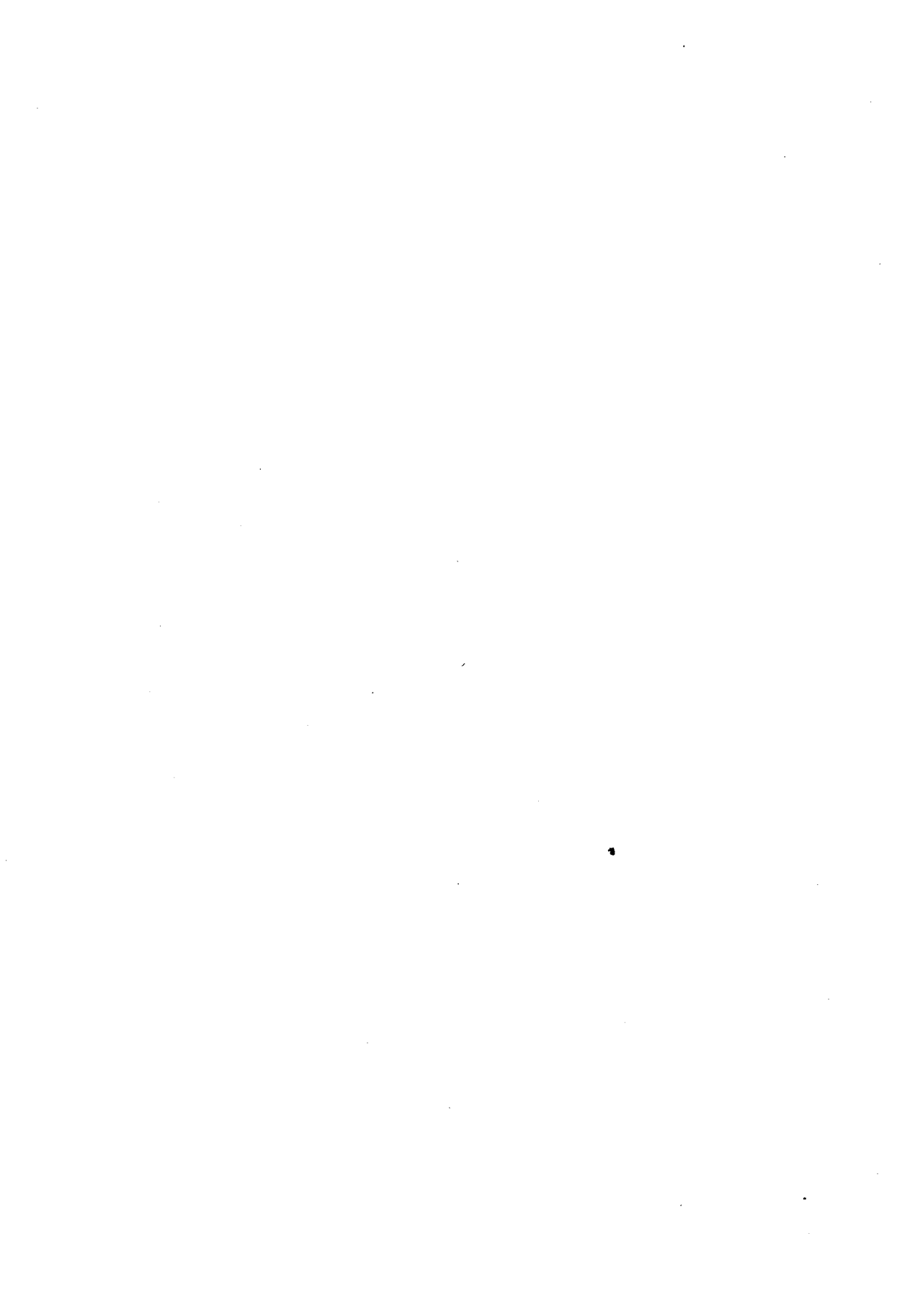
VERŐ JÓZSEF osztályelnök zárszava

Miután Hevesi Gyula osztálytitkár nemcsak referált, hanem meg is köszönte a hozzászólóknak a vitában való részvételét, azt hiszem, hogy nagyobb kötelezettségek énrám már nem várnak.

A vita — mint az osztályokban folytatott hasonló megbeszélések — többnyire az ipar és a tudomány kapcsolatának a megvitatására tért ki. A vitatott pont tulajdonképpen mindig az, hogy meddig terjed az Akadémia, illetőleg a műszaki tudományok osztályának feladata az ipar segítése, fejlesztése terén. Ez a vita újszerű szempontokat is mindig felhoz, és valószínűnek látszik, hogy nagyon hosszú ideig fogunk még vitázni ezen a kérdésen.

Mint vezető szempontot mindenesetre szeretném felvetni azt, amit magam is mindig iparkodtam szem előtt tartani, hogy az ipar fejlesztésének vannak ugyan tudományos problémái, de az ipar fejlesztése teljes egészében nem tudományos feladat. Vannak az ipar fejlesztésének olyan lépései, lépései, teendői, amelyeket semmiféle tudománnyal pótolni nem lehet. Ács elvtárs említette az öntődéknek nem kielégítő anyagellátását. Ezt a kérdést az ipar vezetőinek kell megoldaniuk. A megoldást megfelelő anyag hiányában semmiféle tudománnyal pótolni nem lehet.

Abban a reményben, hogy az osztályban többször fogunk még vitázni erről a kérdéstről és abban a reményben, hogy a vitát mindig egy célnak a szem előtt tartásával, az iparnak, illetve a népgazdaságnak nyújtandó legnagyobb segíteniakarással fogjuk folytatni, megköszönöm az osztály tagjainak kitartását és a nyílt osztályülést berekesztem.



A KOLLEKTÍV TUDOMÁNYOS MUNKA ÚJ SZOCIALISTA FORMÁJA

AZ AKADÉMIAI BIZOTTSÁGI RENDSZER LÉNYEGE ÉS SAJÁTOSÁGAI A NÉPGAZDASÁGGAL KÖZVETLEN KAPCSOLATBAN ÁLLÓ TUDOMÁNYTERÜLETEKEN*

.I.

Az MTA átszervezésének egyik főcélja az volt, hogy az Akadémia a tudományok fejlesztése mellett egyidejűleg tevékenyen és kezdeményezően segítse a tudomány minden eszközeivel a szocializmus felépítését, elsősorban a szocializmus népgazdasági alapjainak a megteremtését. Ez utóbbiakkal kapcsolatos feladatok zöme az újonnan létrehozott Műszaki Tudományok Osztályára hárult. Hasonló feladatok hárultak az Agrártudományok Osztályára, részben a Kémiai Tudományok Osztályára és kisebb mértékben az Akadémia egyes többi osztályaira is.

A következőkben kizárólag a Műszaki Tudományok Osztálya szemszögéből foglalkozom a népgazdaságnak nyújtandó műszaki segítség kérdéseivel. Ezek a megfontolások azonban a népgazdasággal kapcsolatban álló többi tudományterületre, illetve osztályra is közvetlenül vonatkoztathatók, sőt bizonyos értelemben alkalmazhatók lennének a szocialista építés egyéb területeivel kapcsolatos tudományágnál is, mint aminő pl. az orvostudomány, a pedagógia stb.

A Műszaki Tudományok Osztályának az átszervezéskor más tudományos bázisa nem volt, mint személyesen az Osztály tagjai, és aránylag igen csekély anyagi eszközök a tanszéki kutatás fejlesztésére. Itt azonban mind az anyagi eszközök korlátozottsága, mind az oktatással való rendkívüli túlterheltség is csak kevés teret hagyott a kutatómunkára. A helyzet azóta e tekintetben csak annyiban változott, hogy az Osztály tagjainak száma 17-ről 30-ra emelkedett, és hogy van egy fejlődésben levő kutatóintézete és három laboratóriuma, amelyek tulajdonképpen azonosak a bázisukat képező tanszéki laboratóriumokkal. A műszaki kutatásra fordított beruházások úgyszólván teljes egészükben ipari kutatóintézetek létesítésére és fejlesztésére szolgáltak, és így az erre a célra fordítható évi költségeket is túlnyomórészt az ipari intézetekre kell fordítani. Ezért nem sok lehetőség van rá, hogy az Akadémia saját kutatási bázisa

* Kiegészítő tanulmány az osztálytitkári beszámolóhoz

a műszaki tudományok terén a közeljövőben lényegesen megerősödhetnek. Ugyanakkor a Műszaki Tudományok Osztályához rendkívül sok tudományterület tartozik; nemcsak az összes iparágak, beleértve az építéssel kapcsolatos iparágakat is, de a közlekedés és a földtudományok is. Más szóval az egész népgazdaság, a mezőgazdaság és a vegyipar egy részének kivételével.

Nyilvánvaló, hogy az Osztály a maga feladatait csakis az Akadémián kívül álló szakemberek segítségével oldhatja meg. Ez a körülmény többé-kevésbé fennáll az Akadémia összes többi osztályánál is, és ezért a bizottsági munka szükségességét és elkerülhetetlenségét általában az Akadémián belül nem is vitatja senki. Ami vita tárgya, és amiben a Műszaki Tudományok Osztálya gyakorlata eltér a többi osztályétól, az a kérdés, hogy milyen mértékű lehet a külső szakemberek bevonása; milyen messzire mehet, illetve kell mennie a bizottsági rendszer szakmai, vagy tematikai differenciáltságának, hogy az Osztály munkaképes legyen; lehet-e és milyen módszerekkel irányítható és rendszeresen működtethető egy széleskörű bizottsági hálózat, amelynek taglétszáma több száz főből áll, tehát sokszorosa az osztálytagok számának. A Műszaki Tudományok Osztályának mintegy 95 bizottsága van, amelyek keretében kb. 1000 szakember működik közre az Osztály feladatainak végrehajtásában. Ez a mennyiség az, ami ellen elsősorban van kifogásuk azoknak az elvtársaknak, akik ettől az Akadémia munkájának felhígítását, színvonalának süllyedését féltik.

Kétségtelen, hogy a bizottsági rendszer kiszélesítésének a határa elvi jelentőségű kérdés. De e tekintetben éppenséggel nincs elvi ellentét a szűkebb és a szélesebb körű bizottsági rendszer hívei közt, mert ez utóbbiak között senki sincs, aki bármely bizottság fenntartása mellett kardoskodna, ha arról megállapítható, hogy annak tevékenysége nem szolgálja az Osztály feladatait vagy annak éppen kárára van. Valóban az *elvi ellentét* egész másban, mégpedig a *bizottságok hivatásának és feladatának a megítélésében van* és ennek a kérdésnek a tisztázásával, — mint azt a továbbiakban kimutatjuk — a mennyiség kérdése tárgyalanná, illetve egészen másodrendű, tisztán technikai jellegű kérdéssé válik.

Az egyik felfogás — »a szűkebb kör« hívei — a bizottsági munkát szükséges, egyelőre elkerülhetetlen rossznak, körülbelül a Majakovszkij által kigúnyolt ülésezések kategóriájába tartozónak tekinti, amelyet fokozatosan olyan mértékben le fogunk bontani, ahogyan az Akadémia saját tudományos kutatóbázisát kiépíteni sikerül. A másik, ezzel ellentétes felfogás, amelyet e sorok írója is képvisel és amelyet eddig elég eredményesen sikerült a Műszaki Tudományok Osztálya munkájában érvényesíteni, az, hogy az akadémiai bizottságok nemcsak azért fontosak, mert nélkülök lehetetlen lenne az Akadémia feladatait megvalósítani, hanem azért is, mert az akadémiai bizottsági munka, legalábbis úgy, ahogyan a Műszaki Tudományok Osztálya gyakorlatában már többé-kevésbé kialakult, szocialista tudományos életünknek rendkívüli fontosságú új jelensége, az elmélet és a gyakorlat egységét megvalósító kollektív tudományos

munkaforma, aminő csakis a szocializmus talaján jöhetett létre. Nézetünk szerint ennek a munkaformának — legalábbis műszaki területen való — széleskörű kifejlesztése az Akadémia újjászervezésének egyik legnagyobb eddigi eredménye, bár azt jelentőségében még kellően nem ismerik fel és még kevésbé méltányolják. Természetes, hogy erre az új munkamódszerre még erősen ránehezednek a múltnak még eléggé fel nem számolt káros hagyományai, mint pl. egyes tudósok individualista hajlamai, személyi ellentétek olykor túlzott kiéleződése, tudományos féltékenység, ideológiai hiányosságok stb., valamint az is, hogy még mi sem tanultuk meg eléggé jól szervezni és kihasználni a tudományos munkának ezt a kialakulóban levő új szocialista módszerét. Aki azonban meg tudja különböztetni az életképesen feltörekvő újat a még ránehezedő, de már nyilvánvalóan elhalóban levő kolonctól, az könnyen felismerheti bizottsági rendszerünk életképességét és nemcsak létjogosultságát, de szükségességét még az Akadémia saját tudományos bázisának kiépítése mellett is.

Mielőtt rátérnék ennek részletes igazolására, mindenekelőtt fel kívánom sorolni az Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának főfeladatait, helyesebben e feladatok főkategóriáit, mert hiszen ezek a feladatok voltak azok, amelyek rávezettek, sőt rákényszerítettek öt éves tevékenységünk során e bizottsági rendszer fokozatos és nem kis nehézségek leküzdését megkövetelő megteremtésére.

Ezek a feladatok a következők :

1. Az országban folyó tudományos kutatás legfelsőbb elvi irányítása, és fejlesztési feladatainak kitűzése.
2. Az országban különböző intézményeknél (akadémiai, ipari kutatóintézetek, tanszékek, jelentősebb laboratóriumok) folyó kutatómunka koordinálása, és fejlesztésének bizonyos fokú közvetlen támogatása és elősegítése.
3. Az évi és a nagyobb távlatra szóló országos tudományos kutatási tervek végső fokon való kidolgozása, összhangban a megfelelő népgazdasági tervekkel.
4. A legnagyobb jelentőségű komplex népgazdasági feladatok tudományos megoldásának elősegítése ; az ehhez szükséges kutatások vagy egyéb tudományos jellegű feladatok meghatározása és kivitelezésének elősegítése.
5. Konkrét segítség kormányzati és gazdasági vezetőszerveknek a nagy távlati fejlesztési tervek kidolgozásában.
6. A termelés (ipar, építés, közlekedés) műszaki tudományos színvonalának rendszeres figyelemmel kísérése ; kezdeményező javaslatétel a súlyosabb elmaradások felszámolására, kutatási eredmények, világtechnikai tapasztalatok felhasználására. A kormányzat fontos gazdaságpolitikai intézkedései megvalósításának tudományos alátámasztása.
7. Káderfejlesztés. (Aspirantúra, minősítés, ösztöndíjak stb.). Törődés a műszaki felsőoktatás tudományos színvonalával. Tudományos könyv-, és folyóiratkiadás. Hazai és nemzetközi tapasztalatcsere, együttműködés elősegítése, konferenciák, vitaulések, felolvasások rendezése stb., stb.

E feladatok pusztá felsorolása mutatja, hogy messzemenően specializált szakterületi és témabizottságok rendszere nélkül a Műszaki Tudományok Osztálya egyáltalán nem felelhetett volna meg hivatásának (még akkor sem, ha néhány nagyobb kutatóintézettel rendelkezik); legfeljebb az első pontban meghatározott feladatokat tudta volna valamennyire teljesíteni. Az Osztály egyetlen nagy komplex problémát sem dolgozhatott volna ki (pl. energia-gazdálkodás, vízgazdálkodás, nyersanyag kérdések, közlekedés fejlesztés stb.), ha megfelelő specializált bizottságokkal nem rendelkeznek. Az Osztályra háruló feladatok szempontjából a jelenlegi bizottsági rendszer nem tekinthető túl-méretezettnek, sőt inkább fejleszteni kellene, aminek azonban korlátokat szabnak részben kádernehézségek, de nem kevésbé az Osztály helyiséghiánya. A bizottságok megfelelő irányítását az osztályvezetőségi intézőbizottságok és az akadémiai fogadónapok segítségével eléggé biztosítani lehet, de az ehhez szükséges anyagi körülményeket meg kell javítani. Emellett bizonyos fokozottabb munkamegosztás lehetőségét is számításba vesszük az MTEsz egyesületekkel.

Mint már az előbbieken említettem, akadémiai bizottsági rendszerünk kialakulásának politikai jelentősége abban van, hogy a tudományos munka új, szocialista kollektív formáját hozta létre hazánkban, és az így létrejött újszemű tudományos élet lehetővé teszi, hogy az Akadémia a reá háruló országos jelentőségű állami feladatokat csaknem tisztán társadalmi munkával oldja meg. (Igen jellemző, hogy az akadémiai ügyeknek apparátusi színvonalon való intézése olyan mértékben szűnt meg, amilyen mértékben a bizottságok kifejlődtek és megerősödtek. Jelenleg a titkársági apparátus elsősorban a bizottságok segédszervezete és intézkedéseinek a végrehajtója.)

A következőkben rámutatok a bizottsági munkamódszer legjellegzetesebb sajátosságaira.

1. A bizottságok összetételében a legmesszebbmenően kifejezésre jut az elmélet és a gyakorlat egységének elve. A bizottságokban, az azonos szakterületen, vagy azonos témakörben dolgozó, de különböző intézményekhez tartozó legkiválóbb szakemberek vannak együtt. A bizottságok általában egyetemi tanárokból (docensekből), ipari kutatóintézetek és tervezőirodák vezető munkatársaiból, kiváló üzemi mérnökökből, gazdasági vezetőszervek (minisztériumok, OT) megfelelő munkatársaiból tevődnek össze. 1952—53-ban ez az arány a bizottságok összetételére vonatkozóan a következő volt:

24% ipari kutató, 25% egyetemi tanár és docens, 21% üzemi mérnök, és 30% vezető szervek szakemberei.

Az 1954—55. évben ez az összetétel a következőképpen alakult:

35% ipari kutatóintézetek és tervezőirodák szakemberei, 25% egyetemek és akadémiai intézetek, 23% üzemi és 17% vezető szervek szakemberei.*

* A statisztikában a különbség főleg onnan származik, hogy az 1952/53-as kimutatásban a tervezőirodák munkatársai együtt szerepelnek a »vezető szervek«-kel.

Hivatalosan azonban senki sem szerepel munkahelyének képviselőjeként. Mindenki mint szakember szabadon nyilváníthatja véleményét, anélkül, hogy ez az illető szerv hivatalos állásfoglalását jelentené vagy arra bármiként kötelező lenne. Ezért az akadémiai bizottságok sokkal szabadabb eszmecserének helyei és sokkal inkább ösztönzői a kritikai szellem kialakulásának, mint pl. a miniszteriális tudományos tanácsok, vagy bizottságok, amelyek tevékenységére a hivatali függőség a legtöbb esetben igen erősen rányomja bélyegét.

2. Az akadémiai bizottságok különböznek az MTESz-bizottságoktól is, amennyiben ez utóbbiak tisztán társadalmi jellegűek, az akadémiaiak ellenben munkájuk tartalma tekintetében állami jellegűek, és csak annyiban társadalmiak, hogy az itteni munkáért fizetés nem jár. Az MTESz-bizottságokban teljes mértékben érvényesül az önkéntes részvétel elve. Az akadémiai bizottsági tagság csak annyiban önkéntes, amennyiben senkisé is kötelezhető arra, hogy annak tagja legyen. Miután azonban az akadémiai bizottsági tagok kiválasztása nagy körültekintéssel és főbizottságoknál csak az Akadémia Elnökének hozzájárulásával történik, az ilyen bizottsági tagság már önmagában véve bizonyos szakmai fokozatbeli elismerést és emellett bizonyos állami funkciószerű befolyást is jelent az adott szakterület tudományos vonatkozású ügyeinek intézésében. Ezért az akadémiai bizottsági tagságot általában megtisztelő és a társadalmi munkák közt elsőrendű fontosságú megbízatásnak tekintik. Jellemző erre a legtöbb bizottságunkban kialakult igen erős önkéntes munkafegyelem is.

3. Rendkívül fontos tényező az akadémiai bizottságok stabilis, állandó jellege. Ez nemcsak a bizottság összetételének állandóságában mutatkozik meg, amennyiben önkéntes lemorzsolódás úgyszólván egyáltalában nem fordul elő; az összetétel általában csak az Osztály kezdeményezéséből változik, ha szükségesnek mutatkozik valamely kevésbé megfelelő tagot egy megfelelőbbel felváltani, vagy esetleg egy-két új tagot meghívni.

A stabilitás lényege abban van, hogy szakbizottságainkat (és még kevésbé témabizottságainkat) az egyes szakterületeken végbemenő igen gyakori átszervezések (pl. minisztériumok szétválása, vagy egyesítése, új minisztériumok, hivatalok létesítése, vagy megszűnése stb.) úgyszólván egyáltalában nem érintik. Ez a körülmény az akadémiai szakbizottsági tagok erkölcsi-tudományos felelősségét egyes kérdésekben elfoglalt álláspontjuk tekintetében sokkal realisabbá teszi, mint ahogyan az a rendszerint igen rövidéletű és rendkívül fluktuáló összetételű különböző miniszteriális bizottságokban lehetséges. Az akadémiai bizottságok stabilitása nem kis mértékben megkönnyítheti a gyakori gazdasági, adminisztratív átszervezések okozta nehézségek leküzdését is. A bizottságok stabilitásának egyik fontos eredménye az is, hogy létrehoz olyan szakértői kollektívát, amely éveken keresztül állandóan figyelemmel kíséri az adott szakterületet, részt vesz annak fejlesztésében, és végeredményben a legalaposabban ismeri azt, műszaki és gazdasági vonatkozásaiban egyaránt, és meg tudja ítélni a nemzetközi színvonallal való összehasonlítás alap-

ján is. Kétségtelennek tartom, hogy egy négy-öt éve működő akadémiai bizottság — ha tényleg jól működött — ma az országban az adott szakterület legjobb ismerői közé tartozik.

Még egy szempontból kell aláhúznom annak jelentőségét, hogy az egyes akadémiai bizottságok tématerületei, valamint e bizottságok egymással való kapcsolatai függetlenek a népgazdaságnak gyakran változó adminisztratív szervezeti kereteitől. A tudományok nem tagozódnak a minisztériumok szerint, és tartalmi összefüggéseik nem változtathatók meg miniszteriális átszervezéseknek megfelelően. Ez magyarázza meg azt, hogy az akadémiai bizottsági rendszer a népgazdaság nagy komplex kérdéseit, valamint pl. olyan technológiai kérdéseket illetően (pl. hegesztés, öntés stb.), amelyek a legkülönbözőbb minisztériumokhoz tartozó iparágakban egyformán alkalmazhatók, igen nagy fölényben van mindennemű miniszteriális vagy egyéb főhivatali tanáccsal vagy bizottsággal szemben.

4. Végül még rá kell mutatnom arra, hogy akadémiai bizottságainknak a mellett, hogy elvégzik a szoros értelemben vett akadémiai feladatokat, és ugyanakkor elvégeznék szoros értelemben vett népgazdasági jellegű feladatokat is, van még egy harmadik, nem lebecsülendő funkciójuk is, mégpedig *vezető tudományos műszaki kádereink legfelsőbb továbbképző iskolája minőségében*. Itt találkoznak az elmélet és a gyakorlat legjobb szakemberei, és ez az a hely, ahol az őket közösen érdeklő problémák megvitatásakor tudásukat és tapasztalatukat kicserélve, az egyenrangú vélemények harcában maguk is egy magasabb színvonalra emelkedhetnek; új ötleteket, ismereteket, impulzusokat kapnak a további munkához. Egyre általánosabbá válik e mellett az a gyakorlat, hogy a bizottságok munkatervében előforduló kérdésekhez a bizottság egyes tagjai komoly tanulmányokat, vagy referátumokat készítenek elő, amelyek kidolgozásában sokszor egész jelentős intézmények (tervezőirodák, kutatóintézetek stb.) is részt vesznek, és a bizottsági ülés, amelyen ezeket megvitatják, lényegében csak egy fázisa az ilyen módon folyamatban levő tudományos munkának. Az a körülmény, hogy ez a »továbbképzés« állami feladatokhoz, a szocialista építés szempontjából legfontosabb problémákhoz kapcsolódik, maga után vonja ezeknek a problémáknak egyre magasabb színvonalon való gyakorlati megoldását is. Az akadémiai bizottság tehát nemcsak akkor járul hozzá a szocialista építés egyes feladatainak a megoldásához, amikor ezekre vonatkozóan bizonyos javaslatokat megfogalmaz és terjeszt illetékes felsőbb szervekhez, hanem megnyilatkozik az Akadémia befolyása — végeredményben pártunk tudománypolitikai iránymutatása, mert hiszen a bizottságok munkáját az Osztályvezetőség ezek alapján irányítja — mindazon szervek mindennapi tevékenységében is, amelyek vezető munkatársai részt vesznek az akadémiai bizottsági munkában.

Úgy véljük, hogy a fentiek alapján az akadémiai bizottsági munkát joggal tekinthetjük a tudományos tevékenység elvileg új, kollektív szocialista

formájának, amelyhez hasonló a kapitalista államigazgatás, a kapitalista monopóliumok és konkurrencia viszonyai között teljesen elképzelhetetlen. Távollabbi perspektívában ebben a munkaformában a jövő kommunista munkaszervezésnek első csiráit is felfedezhetjük.

Az elmondottakból világosan következik, hogy arról beszélni, hogy valamely osztályon belül a bizottságok száma sok vagy kevés, függetlenül azok funkciójától és munkájuk minőségétől, teljesen helytelen dolog lenne. Egy már működő bizottság fennmaradására akkor van szükség, ha

a) olyan feladatot hajt végre, amely az akadémiai feladatoknak az előbb felsorolt köréhez tartozik és

b) ha tevékenységében kimutathatók az akadémiai bizottságokra specifikusan jellemző, 1–4. alatt felsorolt sajátosságok. Egy bizottság fenntartásának nincsen meg a létjogosultsága az Akadémia keretében akkor, ha munkatematikája nem elégíti ki az a) alatti követelményt. Ha ezt kielégíti, de a b) pontban meghatározott követelményeknek nem felel meg eléggé, az ilyen bizottságot úgy kell fejleszteni, esetleg összetételében is megfelelően javítani, hogy ezeket a követelményeket kielégítse. Ha olyan új akadémiai feladat merül fel, amely a meglévő bizottságok keretében, vagy belőlük, illetve kooperálásuk útján létesített komplex bizottságok keretében nem oldható meg, szükség van új bizottságok létrehozására.

Hangsúlyozni kívánom, mint ahogyan arra az osztálytitkári beszámolómban is rámutattam, hogy bizottsági rendszerünknek az előbbieken felsorolt sajátosságai még távolról sem egyforma mértékben alakultak ki és érezhetők minden egyes bizottságunk munkájában. E sajátosságok teljes kifejlődése kétségkívül csak hosszabb fejlődés eredménye lehet és szükséges, hogy az Akadémia és egyes osztályainak vezetőségei a bizottságok munkájának figyelmes és segítő irányításával, összetételük erősítésével, munkaprogramjuknak és az Akadémia országos érdekű tudományos feladatainak megfelelő helyes és rendszeres összehangolásával, minden lehető módon elősegítsék e sajátosságok kialakulását.

A bizottsági munka fejlődését és irányítását az elmúlt évben nagymértékben elősegítette osztályvezetőségi intézőbizottságaink megalakítása, amely három fő tudományterületen: a földtudományok, az ipari-műszaki tudományok, és az építés- és közlekedés tudomány terén az egymáshoz szakmailag közelebb álló bizottságok egységesebb és konkrétabb irányítását tette lehetővé. Sajnos más, részben tőlünk független körülmények, különösen az osztály-helyiség hiánya, átmenetileg hátráltatták a bizottsági munka kívánatos kibontakozását.

II.

Bizottsági rendszerünk pozitív sajátosságainak megvilágítása mellett ki akarok térni azokra a leggyakrabban hangoztatott ellenvetésekre, illetve

aggályokra, amelyeket egyesek az akadémiai bizottsági rendszer szélesebb körű kifejlesztésével szemben hangoztatni szoktak. A leggyakoribb ilyen ellenvetések a következők:

a) Csökkenhet a munka tudományos »akadémiai« színvonala. Ezért célszerű lenne az is, hogy akadémiai bizottságoknak csak tudományos minősítéssel bíró egyének lehessenek tagjai. Ez utóbbi követelmény a technika területén nálunk, legalábbis jelenleg, megvalósíthatatlan, mert annyit jelentene, hogy a bizottságokba sok olyan kiváló vezető gyakorlati szakember nem kerülhetne be, aki alkotó munkáját, feltalálói vagy szervezőképességét illetően — amelyet azonban irodalmi formában kevésbé juttatott kifejezésre — messze föltte áll egyes minősített szakembereknek. Ettől a követelménytől az Akadémia egyébként már eltekintett, mert ez nemcsak a műszaki tudományok, de sok más tudomány terén is az Akadémia munkaképességének feláldozása nélkül megvalósíthatatlan. Ami ettől függetlenül a munka »akadémiai« színvonalát illeti, ennek a szó klasszikus értelmében a világtechnika legmagasabb szintjét kellene jelentenie. Ez az értelmezés azt is jelentené, hogy az Akadémia egyáltalában ne foglalkozzék azokkal a szakterületekkel, amelyeken többé-kevésbé a világtechnikától elmaradtunk, és amelyeken ilyen mértéket megütő élvonalbeli tudósaink nincsenek. Nézetünk szerint azonban az Akadémia egyik rendkívül fontos feladata, hogy segítse az elmaradott szakterületeknek a világtechnikához való felemelkedését, s ezért ilyen szakterületeken akadémiai színvonalnak a hazánkban elérhető legmagasabb tudományos színvonalat kell tekinteni. Az ebből a szempontból összeválogatott kollektíva (akadémiai bizottság) együttesen feltétlenül magasabb tudományos szinten van, mint egyes tagjai külön-külön. Ezért az ilyen kollektíva alkalmas a tudományos színvonal emelésére az adott területen, mint ahogyan azt már számos ilyen bizottságunk tapasztalata bizonyítja.

b) A túlságosan messzemenő differenciált bizottságok elaprózzák a munkát és háttérbe szorítják a nagy akadémiai jellegű feladatokat.

Ezzel kapcsolatban megjegyezzük, hogy bizottságaink nem túlságosan, hanem csak a szükséghez mérten messzemenően differenciáltak.* A lehetőségek emellett még korlátozzák is a szükségszerű differenciálódást. Ettől függetlenül azonban ez az ellenvetés csak akkor lenne helytálló, ha az Osztály az alapvető akadémiai feladatokat nem teljesítené, és nem foglalkoznék kellőképp a népgazdaság legnagyobb jelentőségű tudományos jellegű problémáival. Ez az eset azonban nem áll fenn. Az Osztály sokkal nagyobb mértékben foglalkozik a legnagyobb jelentőségű műszaki tudományos kérdésekkel és szoros értelemben vett akadémiai feladataival, mint ahogyan azt az Osztály hatásköre, és csupán a közvetlen rendelkezésére álló szellemi és anyagi erők alapján

* L. az Osztály tagozását feltüntető összeállítást.

lehetséges lenne. Kizárólag a bizottsági rendszer mai differenciáltsága teszi lehetővé, hogy az Osztály valamennyire meg tud felelni feladatainak.

c) A bizottságok olyan munkát végeznek, aminőt a minisztériumoknak kellene végezniök; ezért a minisztériumok nem foglalkoznak a termelés tudományos kérdéseivel, arra hivatkozván, hogy ezzel úgylis az Akadémia foglalkozik. A minisztériumok az akadémiai bizottságokra hivatkozva elhárítják magukról a felelősséget a technikai haladás előmozdításáért.

Ez az érvelés teljesen alaptalan, és általánosságban való hangoztatásán kívül még soha egyetlen ténnyel sem nyert megerősítést. Kormányzati és pártvonalon számtalanszor vontak kérdőre minisztériumokat a technikai fejlesztésnek különböző esetekben való elhanyagolása miatt, de még egyetlen miniszter sem akadt, aki helyén valónak találta volna ilyenkor arra hivatkozni, illetve arra való hivatkozással háritani el a felelősséget, hogy ezzel a feladattal az Akadémia foglalkozik, vagy legalábbis kellett volna foglalkoznia. Az akadémiai bizottság legfeljebb tanácsot adhat (ha megkérdezik) vagy javaslatot tehet (ha nem is kérdezik) a minisztériumnak. Szó sem lehet itt valamiféle felelősség áthárításáról, vagy átvállalásáról.

d) Sok a párhuzamos munka; az akadémiai bizottsági tagoknak ugyanazon kérdésekben más szervek által összehívott bizottságokban is ülésezniök kell.

Valóban nincs szükség párhuzamos bizottsági munkára, ami könnyen elkerülhető lenne, ha az illetékes szervek jobban támaszkodnának az Akadémia segítségére. De ettől függetlenül, még attól is eltekintve, hogy az érdekelt szakemberek minden más bizottsággal szemben általában az akadémiaiban való részvételt becsülik többre, aligha lenne vitás annak eldöntése, hogy a párhuzamosság felszámolása érdekében az Akadémia szüntesse-e meg bizottságait, amelyek alapfeladatának megvalósításához kellenek, vagy pedig más gazdasági szervek, amelyeknél az ilyen bizottságok legtöbbször csak ideiglenes kisegítő szerepet játszanak.

e) Egyes kiváló vezető tudósaink feleslegesnek tartanak a maguk szakterületén bárminő bizottságot. Szerintük elegendő, ha ők személyileg az egyedüli tudományos ügyintézői és tanácsadói az Akadémiának, mert a szakma utánuk következő legjobbjai, akiket egy bizottságba összehozhatnak, náluk jóval alacsonyabb tudományos színvonalon állanak. Ezzel az ellenvetéssel sem érthetünk egyet. Nem tekintve azt, hogy ilyen módon elesnénk attól az előnytől, amelyet a többi szakember fejlődését illetően ilyen kiváló vezető tudóssal való rendszeres együttműködés jelenthet, feltehető, hogy egyik-másik részletkérdésben a bizottság egyes tagjai tájékozottabbak a vezetőnél, és az egész kollektíva tudományos együttműködése a vezető tudós munkájának színvonalát is emelheti.

III.

Rá kívánok még röviden mutatni az akadémiai bizottságok helyére a szocialista műszaki kultúra többi tényezőinek rendszerében.

A szocialista népgazdaságban a tudomány és a termelés közötti kapcsolatnak általában három főláncolatát különböztethetjük meg. A termelési technika tudományos fejlesztése elsőrendű kormányzati feladat, és a minisztériumoktól kezdve az iparigazgatásokon, trösztökön, vállalati vezetőségen keresztül egészen a műhelyek vezetőiig megszakítatlan adminisztratív láncolatnak kell biztosítania a technikai fejlesztési feladatok helyes kitűzését és megvalósítását. A második vonal az ugyancsak államilag szervezendő hivatásos tudományos együttműködés láncolata, amelynek elvileg az akadémiai kutatóintézettől az ipari kutatóintézetten, a kísérleti üzemeken és az üzemi laboratóriumokon keresztül kell levinnie a tudományos kutatás eredményeit a termelésben való realizáláshoz. E két állami vonal mellett igen nagy jelentősége van a tudomány és a termelés közötti kapcsolatok társadalmi láncolatának, amelynek felső szintje az akadémiai bizottságok rendszere, középső láncszeme az MTESz-egyesületek, illetve azok bizottságai; legalsó, már közvetlenül a termelési folyamathoz fűződő láncszeme pedig a műszaki propagandának üzeimeinkben sajnos még igen gyengén működő helyi szervei, amelyek a műszaki egyesületek és szakszervezetek megfelelő helyi csoportjaira, a szocialista verseny, a Sztachanov- és az újítómozgalom élenjáróira támaszkodnak. Nagy súlyt kell helyezni ennek a láncolatnak is a megszakítatlan, folyamatosan összefüggő voltára, aminek egyrészt az Akadémia és az MTESz-egyesületek közötti helyes munkakapcsolatban, másrészt az MTESz-egyesületek és az üzemekben a műszaki kultúra és propaganda fejlesztésével foglalkozó intézmények és szakszervezeti szervek helyes kapcsolatában kell megnyilvánulnia. Természetes, hogy ez a három vonal nem csupán a tudománytól a termelés felé haladó egyirányú folyamatot jelenti — feltéve, hogy a láncolat valóban összefüggő —, hanem egy fordított irányú folyamatot is, amely a termelésben kialakuló tapasztalatot felhossa a kormányzat és a tudományos kutatás legfelsőbb szintjéig. Természetes az is, hogy ez a három láncolat csak elméletileg különíthető el egymástól. Ahol a gyakorlatban is elkülönülnek — s ez sajnos, ma még nem ritka jelenség — ott ez nem egyéb, mint a szocialista gazdasági rend bürokratikus eltorzulásának vagy még eléggé ki nem alakult voltának egy-egy tünete. Pártunk egyik legfontosabb politikai feladatának tekinti, hogy a tudomány és a termelés kapcsolatának mind e három láncolatát egyformán erősítse; ne engedje egyes láncszemek meggyengülését, kifejlessze e különböző kapcsolati rendszerek minél szorosabb összefüggését és kétirányú jellegének minél határozottabb kialakulását.

A Szovjetunióban a termelés műszaki kultúrája színvonalát meghatározó összes tényezők egységes állami- és pártirányítására vonatkozóan igen nagy-

jelentőségű szervezeti intézkedések vannak folyamatban. Csakis a tudományt a termeléssel összekötő mind e három főláncolatnak egységes politikai irányítása biztosíthatja a szovjet társadalomnak a kommunizmus felé való leggyorsabb előrehaladását.

Kétségtelen, hogy nálunk is szükség van hasonló, de természetesen hazai viszonyainknak és lehetőségeinknek megfelelő intézkedésekre. Aligha szorul ugyanis különösebb bizonyításra, hogy hazánkban mind e három vonal és azoknak is minden egyes láncszeme még igen gyenge; sok helyen még éppen csak kialakulóban van, és sok a tennivaló e fővonalak közötti egészséges kölcsönhatások, arányosságok és összefüggések kialakítása terén is. Ebben a tanulmányban a tudomány és a termelés közötti kapcsolat bonyolult szocialista rendszerének csupán egyik láncszemével, az akadémiai bizottságok munkájával kapcsolatos kérdésekkel foglalkoztunk. Célunk azonban nemcsak ennek a szűk kérdéskomplexumnak behatóbb elemzése volt, hanem elsősorban arra is rá akartunk mutatni, hogy műszaki termelési kultúránk színvonala és fejlődése terén fennálló rendkívül sok hiányosság felszámolását nem egyes, már valamenynyire megerősödött láncszemek leasztergálása, hanem a gyengébb láncszemek erősítése útján kell szorgalmaznunk.

A szocialista társadalom legfőbb feladata, hogy a tudomány minden eszközeivel igyekezzék a dolgozó tömegek életét könnyebbé, jobbá és szebbé tenni. Ezért egyik legfontosabb közgazdaságtudományi feladatunknak kell tekinteni, hogy a tudományt a termeléssel összekötő láncolatoknak minden egyes láncszemét külön-külön és a többiekkel való összefüggésben és kölcsönhatásaiban is a legbehatóbban vizsgáljuk. A társadalmi láncolat vonalán ilyen további vizsgálat tárgyává kell tennünk elsősorban az MTESz-egyesületek és a szak-szervezetek tevékenységét a műszaki kultúra fejlesztése terén, annak minden szervezeti, módszertani, gazdasági és politikai vonatkozásában.

*

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK
BIZOTTSÁGI RENDSZERE:
OSZTÁLYVEZETŐSÉG

Műszaki (Ipari) Osztályvezetőség Intézöbizottság

Energetikai Föbizottság

Hőenergetikai Bizottság
Villamos Bizottság
CIGRÉ Nemzeti Bizottság

Vaskohászati Föbizottság

Acélgyártási Bizottság
Nyersvasgyártási Bizottság
Öntödei Bizottság

Fémkohászati Föbizottság

Bauxit Bizottság
Elektrometallurgiai Bizottság
Színesfémkohászati Bizottság
Különleges Fémek Bizottsága

Fémek Képlékeny Alakítása Föbizottság

Fémfélgymártmány Bizottság
Acélfélgymártmány Bizottság
Kohógépészeti Bizottság

Gépészeti Föbizottság

Áramlástechnikai Bizottság
Szerszámgyártás Bizottság
Gépgyártástechnikai Bizottság
Mezőgazdasági Gépészeti Bizottság
Vegyipari Gépészeti Bizottság
Aviatikai Bizottság
Belsőégésű Gépek Bizottsága
Fogaskerék Bizottság
Kombájn Bizottság

Híradástechnikai Főbizottság

Rádió és Televíziós Bizottság
Átviteltechnikai Bizottság
Alapanyag Bizottság
Mágneses Bizottság
Telefontechnikai Bizottság
Vákuumtechnikai Bizottság

Könnnyűipari Főbizottság

Textilipari Bizottság
Bőripari Bizottság
Műbőr Bizottság
Papíripari Bizottság
Faipari Bizottság
Nyomdaipari Bizottság
Szárítási Bizottság

Méréstechnikai Főbizottság

Erősáramú Mérések Bizottsága
Gyengeáramú Mérések Bizottsága
Optikai Mérések Bizottsága
Fiziko-Kémiai Mérések Bizottsága
Hőtechnikai Mérések Bizottsága
Mechanikai-Technikai Mérések Bizottsága

Automatikai Főbizottság

Hőtechnikai Automatikai Bizottság
Villamos Automatikai Bizottság
Mechanikai Automatikai Bizottság
Telemechanikai Bizottság

Földtudományi Osztályvezetőségi Intézőbizottság*Földtani Főbizottság*

Ásvány-Kőzettani Geokémiai Bizottság
Kőolajföldtani Bizottság

Geofizikai Főbizottság
Geodéziai Főbizottság

Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió Magyar Nemzeti Bizottsága
Geodéziai és Geofizikai Főbizottságok Koordináló Bizottságai

Hidrológiai Főbizottság

Árvíz Bizottság
Szennyvíz Bizottság
Vízellátási Bizottság
Öntözés- és Belvíz Bizottság

Bányászati Főbizottság

Szénbányászati Bizottság
Érc- és Ásványbányászati Bizottság
Bányagépészeti Bizottság
Kőzetmechanikai Bizottság
Olajbányászati és Mélyfúrási Bizottság

Építéstudományi és Közlekedéstudományi Osztályvezetőségi Intézőbizottság

Építéstudományi Főbizottság

Lakóépületek, Középületek és Ipari Épületek Bizottsága
Mérnöki Létesítmények Bizottsága
Szerkezeti és Sztatikai Bizottság
Épületgépészeti Bizottság
Talajmechanikai Bizottság
Építéskivitelezési Bizottság

Építésztörténeti és Elméleti Főbizottság

Egyetemes Építésztörténeti Bizottság
Magyar Építésztörténeti Bizottság
Műemlékvédelmi Bizottság
Népi Építészeti Bizottság

Építőanyagtudományi Főbizottság

Kerámiai Bizottság
Kötőanyag Bizottság

Tűzállóanyagipari Bizottság
Üvegtudományi Bizottság
Bentonit Bizottság
Energiamegtakarítási Munkabizottság

Településtudományi Főbizottság

Városépítési Bizottság
Városgazdasági Bizottság

Közlekedéstudományi Főbizottság

Vasúti Közlekedési Bizottság
Közúti Városi Közlekedési Bizottság
Hajózási Bizottság

*

Közvetlenül az osztályvezetőség mellé rendelve :

Műszaki Tudománytörténeti Főbizottság



A NAGY ALAKVÁLTOZÁSOKAT LÉTREHOZÓ KÉPLÉKENY FÉMALAKÍTÁS MECHANIKÁJÁNAK TOVÁBBFEJLESZTÉSE*

GELEJI SÁNDOR akadémikus

Mai előadásomban a képlékeny alakítás három olyan problémájával akarok foglalkozni, amelyek eddig a nagy alakváltozásokkal kapcsolatos képlékeny alakítás mechanikájában gyakorlati szempontból megoldatlanok voltak.

Az *első* probléma az alakítási sebesség befolyása a nyomott test alakítási ellenállására ;

a *második* a hengerlésnél mutatkozó súrlódási tényező változása a sebesség és a hengerlési nyomás függvényében ;

a *harmadik* pedig a hengerelt test keresztmetszetében végbemenő anyagmozgás problémája.

Ez a három kérdés nagy jelentőségű mind elméleti, mind gyakorlati szempontból.

A nagy alakváltozásokat létrehozó képlékeny alakítás majdnem mindig nyomással történik. A jelenségek helyes értelmezése szempontjából döntően fontos tehát az összenyomás jelenségének helyes megvilágítása, azaz az összenyomásnál mutatkozó alakítási ellenállás helyes kiszámítása.

Vizsgáljuk meg azt az esetet, amikor egy prizmatikus testet két egymással párhuzamos nyomólap között összenyomnak. Az erő a test tengelye irányában működik, a test oldallapjait semmiféle erő nem terheli. Ha a prizmatikus test szélességi méreteihez képest elég magas, akkor középső részében egytengelyű feszültségi állapot van. A nyomófelületek közelében, ahol a felület mentén keletkező súrlódás a testet szabad kiterjedésében gátolja, háromtengelyű feszültségi állapot ébred. Ennek az a következménye, hogy a nyomott test kihalasodik, hordó alakú lesz.

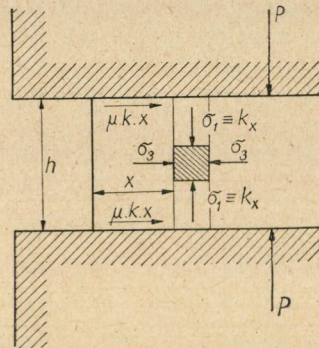
Ahhoz, hogy a nyomófelületeken keletkező súrlódás hatását az alakítási ellenállásra mennyiségtanilag ki tudjuk fejezni, figyelmen kívül kell hagynunk a súrlódás egyenlőtlen befolyását, és fel kell tételeznünk, hogy a súrlódás hatása a test oldallapjai mentén egyenletesen oszlik el. Ez a feltevés annál jogosultabb, minél kisebb a darab magassági méretének és a keresztmetszet átmérőjének egy-

*Székfoglaló előadás 1955. május 25-én.

máshoz való viszonya. Gyakorlati szempontból különben is ez az utóbbi eset az érdekesebb.

Először állapítsuk meg, hogy az oldallappal párhuzamos és a test oldaljától x távolságban levő keresztmetszetben mekkora σ_{1x} első főfeszültség ébred, illetve hogy a keresztmetszettel érintkező nyomófelületen mekkora k_x alakítási ellenállás mutatkozik (1. ábra).

A k_x alakítási ellenállást az *O. Mohr*-féle feltevés alapján állapítjuk meg. Eszerint valamely háromtengelyű feszültségi állapotban az alakváltozást meg-



1. ábra

indító legnagyobb csúsztatófeszültség csak a legnagyobb (σ_1) és legkisebb (σ_3) főfeszültségtől függ, vagyis

$$\sigma_1 - \sigma_3 = k_f. \quad (1)$$

Itt k_f az anyag folyási határát, vagy a képlékeny alakítás mechanikájában szokásos kifejezés szerint, az anyag *alakítási szilárdságát* jelenti. Ha a Mohr-féle feltételt alkalmazzuk az 1. ábrában tárgyalt összenyomási esetre, akkor annak előrebocsátásával, hogy az alakítási ellenállás a nyomófelület mentén azonos az első főfeszültséggel: ($\sigma_{1x} = k_x$) az (1) egyenletet a következő alakban is felírhatjuk:

$$k_x = k_f + \sigma_{3x} \quad (2)$$

A harmadik főfeszültség (σ_{3x}) azért keletkezik, mert a nyomott test a nyomófelületeken mutatkozó súrlódás következtében oldalfelé szabad kiterjedésében akadályozva van. A nyomófelület felületegysége mentén működő súrlódási erő: $\mu \cdot k_k$, ha k_k a közepes alakítási ellenállás az x távolság mentén és μ a súrlódási tényező.

A súrlódási erő mindkét nyomófelületen jelentkezik, és x szélességű, h magasságú anyagoszlopra hat; ebből következik, hogy a nyomott test oldal-

lapjaitól x távolságban levő keresztmetszetben jelentkező harmadik főfeszültség :

$$\sigma_{3x} = 2 \cdot \mu \cdot k_k \cdot \frac{x}{h}, \quad (3)$$

ahol első megközelítésben

$$k_k = \frac{k_f + k_x}{2}. \quad (4)$$

Ha a harmadik főfeszültségnek a (3) egyenlettel, és a közepes alakítási ellenállásnak a (4) egyenlettel megadott értékét a (2) egyenletbe behelyettesítjük, akkor a következő egyenletet kapjuk :

$$k_x = k_f + 2 \cdot \mu \cdot \left(\frac{k_f + k_x}{2} \right) \cdot \frac{x}{h} = k_f \cdot \frac{1 + \mu \cdot \frac{x}{h}}{1 - \mu \cdot \frac{x}{h}}. \quad (5)$$

Ezzel az egyenlettel számíthatjuk ki a nyomott test oldallapjától x távolságban levő keresztmetszetben mutatkozó alakítási ellenállás nagyságát.

Ha k_k közepes alakítási ellenállás értékét exaktabban akarjuk kiszámítani, akkor k_k -t így fejezzük ki :

$$k_k = \frac{1}{x} \cdot \int_0^x k_x \cdot dx, \quad (6)$$

tehát

$$k_x = k_f + \frac{2\mu}{h} \cdot \int_0^x k_x \cdot dx. \quad (7)$$

Az egyenlet mindkét oldalát differenciáljuk.

$$dk_x = \frac{2\mu}{h} \cdot k_x \cdot dx \quad (8)$$

majd ezt az egyenletet rendezzük és integráljuk :

$$\int_{k_f}^{k_x} \frac{dk_x}{k_x} = \frac{2\mu}{h} \cdot \int_0^x dx \quad (9)$$

és ebből

$$k_x = k_f \cdot e^{\frac{2\mu}{h} \cdot x}. \quad (10)$$

A közepes alakítási ellenállás értéke pedig, ha k_x értékét a (6) egyenletbe behelyettesítjük :

$$k_f = k_f \cdot \frac{k}{2 \cdot \mu \cdot x} \left(e^{\frac{2\mu}{h} \cdot x} - 1 \right). \quad (11)$$

A közepes alakítási ellenállást az (5) közelítő egyenletből egy ugyancsak közelítő képlettel is kifejezhetjük :

$$k_k = \frac{k_x}{1 - \mu \cdot \frac{x}{h}}. \quad (12)$$

Gyakorlatilag az (5) és (10), a (11) és (12) képlettel kapott eredmények között a különbség elhanyagolhatóan kicsi. Ha ui. az $e^{\frac{2\mu}{h} \cdot x}$ függvényt sorbafejtjük, akkor megkapjuk annak közelítő alakját [3] :

$$e^{\frac{2\mu}{h} \cdot x} = 1 + \frac{2\mu \cdot x}{h} + \frac{4 \cdot \mu^2 \cdot x^2}{2h^2} + \dots \cong \frac{1 + \mu \cdot \frac{x}{h}}{1 - \mu \cdot \frac{x}{h}}. \quad (13)$$

Ha az alakítási ellenállás eloszlását a nyomófelületek mentén akár az (5), akár a (10) egyenlettel meghatározzuk, akkor a 2. ábrát kapjuk. A k_x görbét a nyomott prizma mindkét oldaláról kiindulva kell meghatározni. Ahol a két görbe egymást metszi, ott éri el az alakítási ellenállás a legnagyobb értékét (k_{\max}). A k_{\max} a nyomott prizmánál abban a keresztmetszetében mutatkozik, amelytől jobbra és balra a nyomófelületek mentén jelentkező súrlódási erők ellenkező előjelűek. Ez az a keresztmetszet, melyben egyensúlyban vannak a tőle jobbra és balra keletkező $\sigma_{\pm x}$ harmadik főfeszültségek. Amikor a nyomófelületek párhuzamosak, akkor k_{\max} a prizma keresztmetszetének szimmetria-tengelyébe esik.

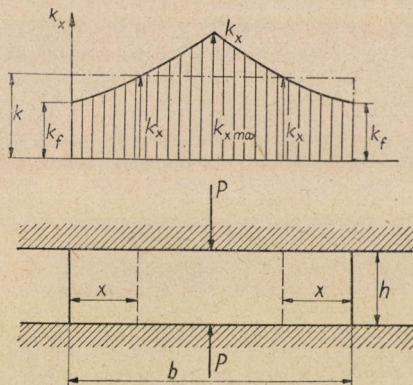
Ha a két párhuzamos nyomófelület között összenyomott test szélessége b és magassága h , akkor a közepes alakítási ellenállás (2. ábra) a következőképpen fejezhető ki :

$$k_k = k_f \cdot \frac{h}{\mu \cdot b} \cdot \left(e^{\frac{\mu \cdot b}{h}} - 1 \right), \quad (14)$$

illetve

$$k_k = \frac{k_f}{1 - \mu \cdot \frac{b}{2h}} \quad (15)$$

Ha a nyomott testnek a nyomásra merőleges keresztmetszete kör alakú, akkor b a kör átmérőjét jelenti, ha a nyomott keresztmetszet derékszögű paralelogram, akkor b a kisebbik oldalhossza, ha ellipszis- vagy más keresztmetszetű a test, akkor b a legrövidebb átmérőt fejezi ki.



2. ábra

Az eddig levezetett egyenletek csak addig érvényesek, amíg a μ súrlódási tényező nagyon kicsi, helyesebben mindaddig, míg $\mu \cdot k_x$ a nyomófelület mentén sehol sem egyenlő vagy nagyobb $\xi \cdot k_f$ -nél. Ez azt jelenti, hogy az anyag sehol sem tapad a nyomófelülethez, hanem az alakváltozás folyamán a nyomott felület minden pontja szabadon csúszik a nyomófelületen. A tapadás feltétele tehát

$$\mu \cdot k_x \geq \xi \cdot k_f, \quad (16)$$

ahol ξ az anyagtól függő állandó és

$$1 < \xi < 0,5. \quad (17)$$

Nincs tapadás ott, ahol

$$\mu \cdot k_x < \xi \cdot k_f. \quad (18)$$

A tapadás és a szabad csúszás zónáit párhuzamos nyomólapok esetében, az (5) és (16) egyenlet segítségével meghatározhatjuk. A tapadás feltétele alapján a nyomófelület mentén ott kezdődik a tapadás, ahol

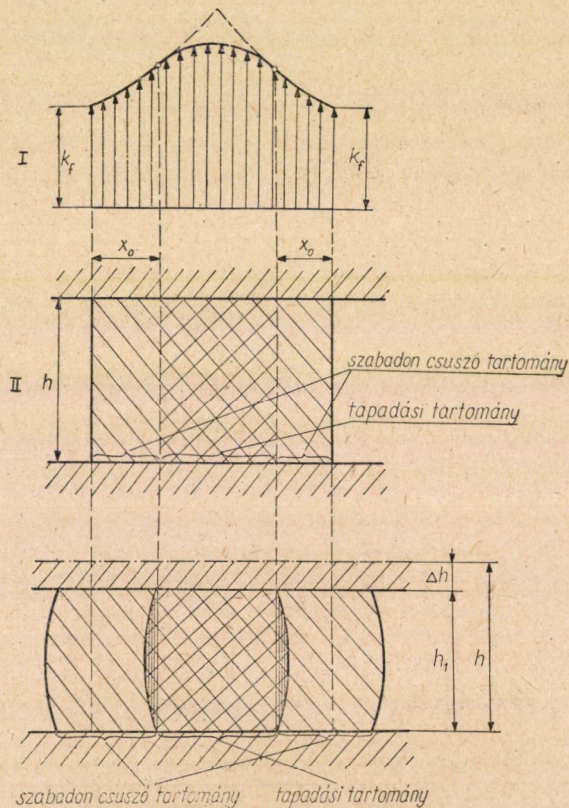
$$\mu \cdot k_x = \mu \cdot k_f \cdot \frac{1 + \mu \cdot \frac{x_0}{h}}{1 - \mu \cdot \frac{x_0}{h}} = \xi \cdot k_f. \quad (19)$$

Ebből az egyenletből

$$\mu + \mu^2 \cdot \frac{x_0}{h} = \xi - \xi \cdot \mu \cdot \frac{x_0}{h}, \quad (20)$$

vagyis a tapadás ott kezdődik, ahol

$$x_0 = h \cdot \frac{\xi - \mu}{\mu^2 + \mu \cdot \xi} = \frac{h}{\mu} \cdot \frac{\xi - \mu}{\xi + \mu}. \quad (21)$$



3. ábra

Ezek szerint ott, ahol $x > x_0$ a nyomott anyag nem csúszik a nyomófelület mentén, hanem hozzátapad. Ennek az a következménye, hogy véges nagyságú alakváltozáskor a nyomott prizma az ismert hordó alakúvá lesz. A két tapadó felületrész közé eső prizmarész u. i. csak úgy tud az összenyomás következtében deformálódni, ha oldalai kihasasodnak, ezzel pedig együtt jár a szabadon csúszó külső oldalrétegek elgörbülése is.

A tapadási tartomány kialakulásának a nyomólapok mentén az a következménye, hogy az alakítási ellenállás eloszlását a nyomófelület mentén az (5) és (10) egyenlet csak addig fejezi ki, amíg $x < x_0$. A tapadási tartományban, ahol $x > x_0$, a k_x görbéje a 3. ábrán feltüntetett módon alakul, ahogy azt a kísérletek is bizonyítják.

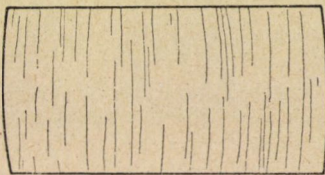
Ha kicsi a súrlódási tényező, és így a különböző függőleges keresztmetszetek síkok maradnak, továbbá ha kicsi az alakítási sebesség, akkor a prizmatikus test összenyomásakor szükséges erő :

$$P_1 = k_k \cdot f_{ny}; \tag{22}$$

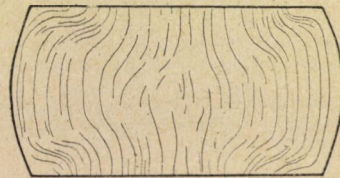
itt k_k a közepes alakítási ellenállás és f_{ny} a nyomófelület.

Ha összenyomásakor a prizmának a nyomófelületekre merőleges keresztmetszetei nem maradnak síkok, hanem elgörbülnek (4., 5. és 6. ábra), akkor a nyomott prizma egész tömegében, illetőleg térfogatában anyagelmozdulások mutatkoznak [5]. Ezek a belső keresztmetszetelgörbülések és anyagelmozdulások mind meleg-, mind hidegalakításkor mutatkoznak, és a létrehozásukhoz szükséges erőt számos kísérleti megfigyelés alapján a következő képlettel lehet kiszámítani :

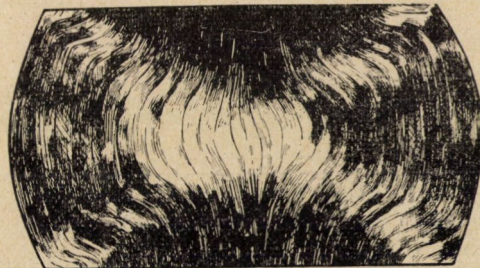
$$P_2 = C \cdot k_k \cdot V \cdot \dot{\epsilon}^m. \tag{23}$$



4. ábra



5. ábra



6. ábra

Vagyis a belső anyagelmozdulások létrehozásához szükséges P_2 erő arányos a közepes alakítási ellenállással [k_k , kg/cm²], az alakított prizma térfogatával [V , cm³] az alakítási sebesség $\left(\dot{\varepsilon} = \frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{v}{h}$, sec⁻¹) m -ik hatványával, ha a h magasságú prizmat nyomólapok v sebességgel közelednek egymáshoz. C egy állandó, $m = \frac{1}{n}$, ahol n számos kísérleti megfigyelés szerint 4-gyel vehető egyenlőnek. A (23) képlet ezek után így is felírható :

$$P_2 = C \cdot k_k \cdot V \cdot \sqrt[4]{\frac{v}{h}}. \quad (24)$$

Ezek szerint valamely prizma összenyomásához szükséges erő

$$P = P_1 + P_2 = k_k \cdot f_{ny} + C \cdot k_k \cdot V \cdot \sqrt[4]{\frac{v}{h}}. \quad (25)$$

A (25) képletből pedig a tényleges közepes alakítási ellenállás :

$$k_{kt} = \frac{P}{f_{ny}} = k_k \cdot \left(1 + C \cdot \frac{V}{f_{ny}} \cdot \sqrt[4]{\frac{v}{h}} \right). \quad (26)$$

Gyakorlatilag nem jelent nagyobb eltérést az eredményben, ha azt írjuk, hogy $\frac{V}{f_{ny}}$ (=) h és akkor a tényleges közepes alakítási ellenállás kifejezhető egyszerű alakban :

$$k_{kt} = k_k \cdot \left(1 + C \cdot h \cdot \sqrt[4]{\frac{v}{h}} \right), \quad (27a)$$

vagy választékosabban

$$k_{kt} = k_k \cdot (1 + C \cdot h \cdot \dot{\varepsilon}^m). \quad (27b)$$

Ha ebbe az egyenletbe a k_k -nak a (14) vagy (15) egyenlettel kifejezett alakját helyettesítjük be, akkor a közepes alakítási ellenállásra a következő két kifejezést kapjuk :

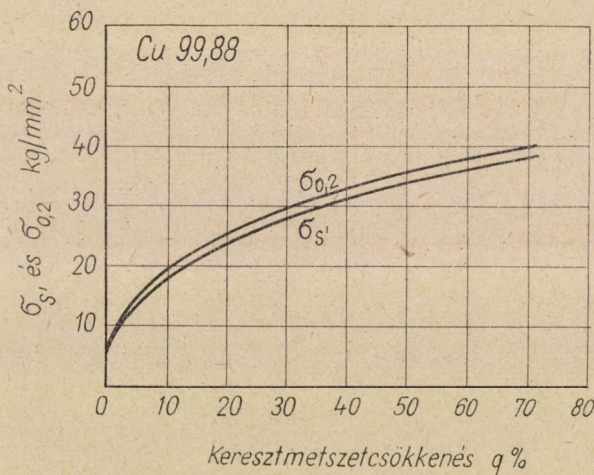
$$k_{kt} = k_f \cdot \frac{h}{\mu \cdot b} \cdot \left(e^{\frac{\mu \cdot b}{h}} - 1 \right) \cdot \left(1 + C \cdot h \cdot \sqrt[4]{\frac{v}{h}} \right), \quad (28a)$$

vagy egyszerűbb alakban :

$$k_{kt} = \frac{k_f}{1 - \mu \cdot \frac{b}{2h}} \cdot \left(1 + C \cdot h \cdot \sqrt[4]{\frac{v}{h}} \right). \quad (28b)$$

A közepes alakítási ellenállás, illetve nyomóerő képletében szereplő C állandó fizikai jelentése szerint az az erő [kg], amely szükséges ahhoz, hogy az alakított test 1 cm^3 -ben egységnyi effektusnak megfelelő anyagelmozdulás jöjjön létre.* C nagysága függ az alakított anyagtól és egyéb körülményektől. Hogy C mekkora, arra még a későbbiekben kitérünk.

Eddigi fejtegetéseinkben három olyan tényező van, amelyekkel részletesebben kell foglalkoznunk. Nevezetesen a k_f alakítási szilárdság, a μ súrlódási tényező és a C tényező.



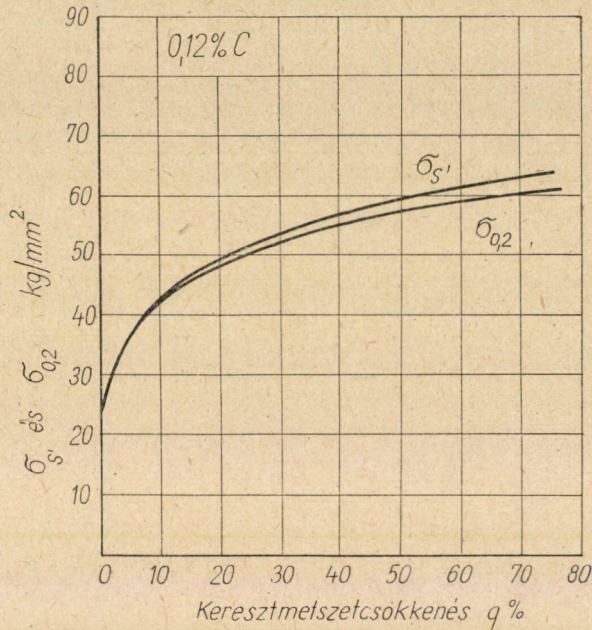
7. ábra

A k_f alakítási szilárdság, mint már fentebb is rámutattunk, azonos az anyag folyási határával. Helyesebben a fémek alakítási szilárdsága azonos az egytengelyű feszültségi állapot mellett mutatkozó folyási határral [1, 2]. A szakirodalomban nagyon kevés egytengelyű feszültségi állapotnak megfelelő valódi feszültség-alakváltozás-folyási görbét találunk. Minthogy azonban ezek a folyási görbék csak nagyon kevésbé térnek el a $\sigma_{0,2} - q$ (kéttizedesfolyási határ-keresztmetszetcsökkenés) folyási görbékétől, hidegalakításnál az alakítási szilárdságot bátran azonosnak vehetjük a kéttizedes ($\sigma_{0,2}$) folyási határral. *McAdam* és munkatársai [22] például oxigénmentes (OFHC) rézre, továbbá 0,12% C-tartalmú acélra vonatkozólag meghatározták az egytengelyű feszültségi állapotnak megfelelő $\sigma_s - q$ görbékét. A 7. ábrában egyesítettem a *Körber* [23] és *Müller* [24] által meghatározott $\sigma_{0,2} - q$ görbét és *McAdam* és munkatársai által oxigénmentes rézre meghatározott, az egytengelyű feszültségi állapotnak meg-

$$* C = \frac{\text{kg}}{\left(\frac{\text{kg} \cdot \text{cm}}{\text{sec}^4}\right)}, \text{ ha } \frac{\text{kg} \cdot \text{cm}}{\text{sec}^4} = \frac{1 \cdot 1}{1} \text{ akkor } C = \text{kg}.$$

felelő σ_s , $-q$ görbét. A 8. ábrában 0,12% C-tartalmú acél $\sigma_{0,2} - q$ görbéje és egytengelyű feszültségi állapotban felvett σ_s , $-q$ görbéje van egymás mellé rajzolva.

Ezeknek a kétséggkívül nem nagyszámú kísérleti adatoknak alapján is levonhatjuk azt a következtetést, hogy lágy anyagok $\sigma_{0,2} - q$ görbéje gyakorlati számítások céljára bátran felcserélhető az egytengelyű feszültségi állapotban felvett σ_s , $-q$ görbével. Tehát gyakorlati alakító műveletek számításainak elvégzésekor nem követünk el számbavehető hibát, ha az alakítási szilárdság értékéül a kéttizedes folyási határ értékét helyettesítjük be.

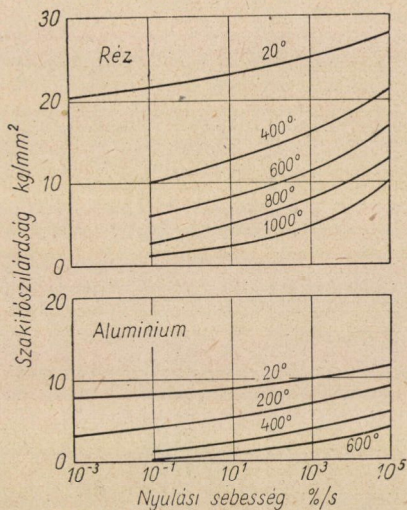


8. ábra

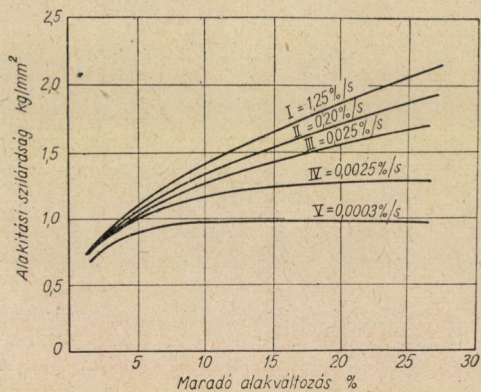
A folyási görbe alakulására, illetőleg az alakítási szilárdságra az alakítási sebességnek is hatása van. Hidegalakításkor az alakítási sebesség hatása az alakváltozási szilárdságra általában kicsi. Újabb időben *A. Nádai* és *M. I. Manjoine* [25] foglalkoztak az alakítási sebesség befolyásával és a 9. ábrán látható kísérleti eredmények azt mutatják, hogy a szakítószilárdság növekedése szobahőmérsékleten, ha a nyújtósebességet a 10 000-szeresére növelik, csak 10–20%. Magasabb hőmérsékleten azonban az alakítási sebességnek sokkal nagyobb hatása van az alakváltozási (alakítási) szilárdságra.

Lágy ólommal szobahőmérsékleten végzett kísérletek az egyéb fémekkel végzett hidegalakítási kísérletekkel szemben azt mutatják, hogy az alakítási szilárdság erősen növekedik az alakítási sebesség növelésével (10. ábra).

Az ábrán rögzített jelenséget a lágú ólomnak a szobahőmérsékleten bekövetkező újrakristályosodásával magyarázzák, aminek következtében a keményedés megsemmisül. A teljes újrakristályosodáshoz, vagyis a kilágyuláshoz természetesen időre van szükség. Az alakváltozással létrehozott keményedés annál



9. ábra

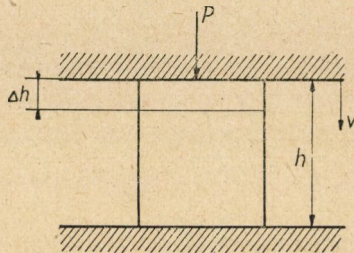


10. ábra

tökéletesebben megsemmisül, minél kisebb az alakítási sebesség. Az újrakristályosodási sebesség és az alakváltozási sebesség egymásra kölcsönhatással vannak. Az ólom folyási görbéi általában jellemzők a fémeknek az újrakristályosodási hőmérséklet felett történő melegalakítására. Eszerint az alakítási sebességnek az acél melegalakításakor is befolyása van a k_f alakítási szilárdság nagyságára, amit egyébként a kísérletek is igazolnak.

Az itt elmondott magyarázat a rekrisztallizáció és alakváltozás kölcsönhatására vonatkozólag az irodalomban szokásos magyarázat. Ebben a magyarázatban azonban magam részéről kételkedni kezdek. *Schey* Jánosnak tanszékemen végzett kísérletei azt látszanak bizonyítani, hogy a rekrisztallizáció sokkal lassúbb, mint a gyakorlati deformációk. A teljes rekrisztallizáció jóval később befejeződik be, mint az alakítás. A kilágyulás azonban sokkal hamarabb következik be, mint a rekrisztallizáció.

Legújabbán *J. F. Alder* és *V. A. Phillips* [26] végzett igen beható kísérleteket az alumíniumnak, réznek és acélnek nyomással történő alakítása folyamán jelentkező alakítási szilárdság megállapítására az alakváltozás sebességének és az alakított darab hőmérsékletének függvényében. Megfigyeléseik szerint



11. ábra

valamely adott nagyságú összenyomáshoz szükséges feszültség bármely hőmérsékleten növekszik az alakítási sebességgel. Alumíniumon már szobahőmérsékleten is erősen jelentkezik az alakítási sebesség hatása, rézen ez a hatás kevésbé mutatkozott. Adott alakváltozás esetében az alakváltozás sebességének a feszültségre gyakorolt hatását legjobban a következő összefüggés fejezi ki:

$$\sigma = \sigma_0 \cdot \dot{\epsilon}^n. \quad (29)$$

Ebben az egyenletben σ az adott alakváltozáshoz tartozó feszültség, σ_0 az ugyanakkora alakváltozáshoz egységnyi alakváltozási sebesség esetén tartozó feszültség, $\dot{\epsilon}$ az alakváltozási sebesség, n a hőmérséklettől és az alakítás mértékétől függő tényező. A (29) egyenletet a következőképpen is felírhatjuk:

$$\sigma = \sigma_0 \cdot \left(\frac{v}{h} \right)^n. \quad (30)$$

ui.

$$\dot{\epsilon} = \frac{d\epsilon}{dt} = \frac{v}{h}.$$

ha h magasságú a prizmatikus test, melynek összenyomását vizsgáljuk, és v a nyomólapok egymáshoz való közeledésének sebessége (11. ábra). Az n tényező

változását a hőmérsékletnek és az alakítás mértékének függvényében az 1. táblázatban találjuk.

1. táblázat
Az n kitevő értéke $\sigma = \sigma_0 \cdot \dot{\epsilon}^n$ egyenletben

Fém	Hő- mérséklet C°	n tényező nagysága		
		10 %	30 %	50 %
		-os alakváltozáskor		
Al	18	0,013	0,018	0,020
	350	0,055	0,073	0,088
	550	0,130	0,141	0,155
Cu	18	0,010	0,002	0,010
	450	0,010	0,008	0,031
	900	0,134	0,154	0,190
Fe	930	0,088	0,094	0,105
	1060	0,112	0,117	0,150
	1200	0,116	0,141	0,196

A magam részéről az 1. táblázat adatait csak fenntartással tudom elfogadni. Az *Alder* és *Phillips* részéről a kísérletekből meghatározott σ és σ_0 feszültségek nem adják a tiszta alakítási szilárdságot, hanem azt az alakítási ellenállást, mely a nyomófelületek mentén, a kenés ellenére jelentkező — bár csekély — súrlódás következtében működik. Jóllehet a feltételezhető különbség a két érték között valószínűleg kicsi, mégis zavarja a tiszta képet. Érzésem szerint, ha ugyanezeket a méréseket elvégeznék húzó, tehát nem nyomókísérletekre, az n kitevőre más értékeket kapnának, mint amelyek a táblázatban vannak.

Emellett a képlet gyakorlati felhasználása is sok nehézségbe ütközik. Az esetleges gyakorlati számításokhoz nem elég ismerni az adott hőmérséklethez tartozó folyási határt, ami bárki részére könnyen hozzáférhető adat, hanem szükséges az egységnyi sebességű alakváltozás folyamán mutatkozó alakítási szilárdság ismerete is, ami viszont az irodalomban is csak ritkán található meg. Ezzel szemben az e dolgozatban felírt (27/a—b) képlet az összenyomáskor mutatkozó közepes alakítási ellenállást adja meg:

$$k_{kt} = k_k \cdot (1 + C \cdot h \cdot \dot{\epsilon}^m) \tag{27b}$$

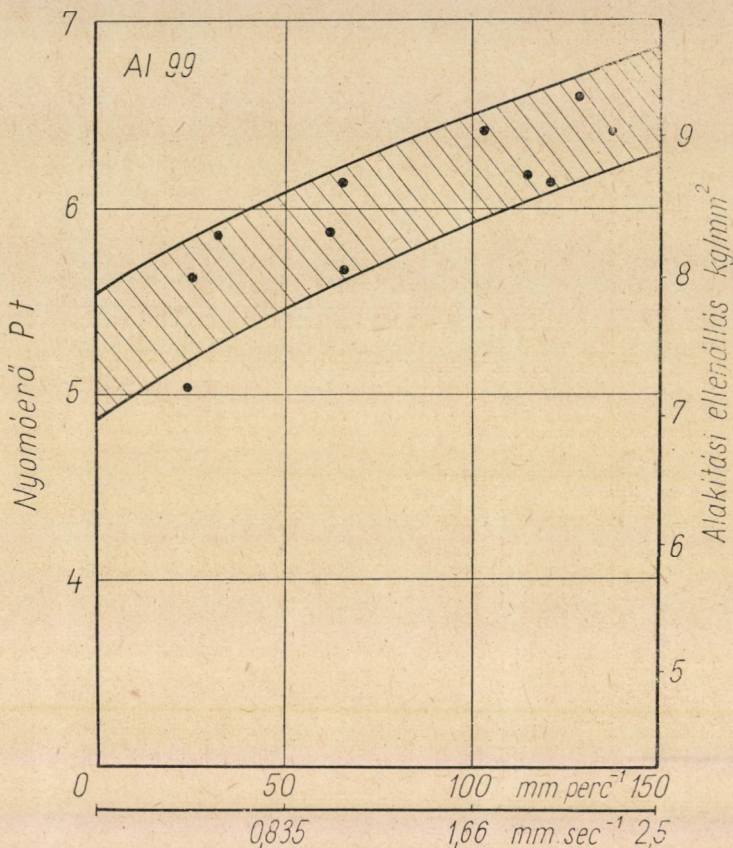
ennek gyakorlati alakja:

$$k_{kt} = \frac{k_f}{1 - \mu \cdot \frac{b}{2h}} \cdot \left(1 + C \cdot h \cdot \sqrt[4]{\frac{v}{h}} \right) \tag{28b}$$

Ez a képlet nemcsak a gyakorlatban soha elő nem forduló, homogén alakváltozás esetében, hanem a gyakorlatban mindig előforduló inhomogén alakváltozás eseté-

ben is megadja az alakítási ellenállás nagyságát az alakítási sebesség függvényében.

Annak igazolására, hogy az alakítási ellenállás hidegalakításakor is emelkedik az alakítási sebesség növekedésével, nyomókísérleteket végeztem 30 mm átmérőjű, 45 mm magas lágy alumínium próbatesteken különböző alakítási

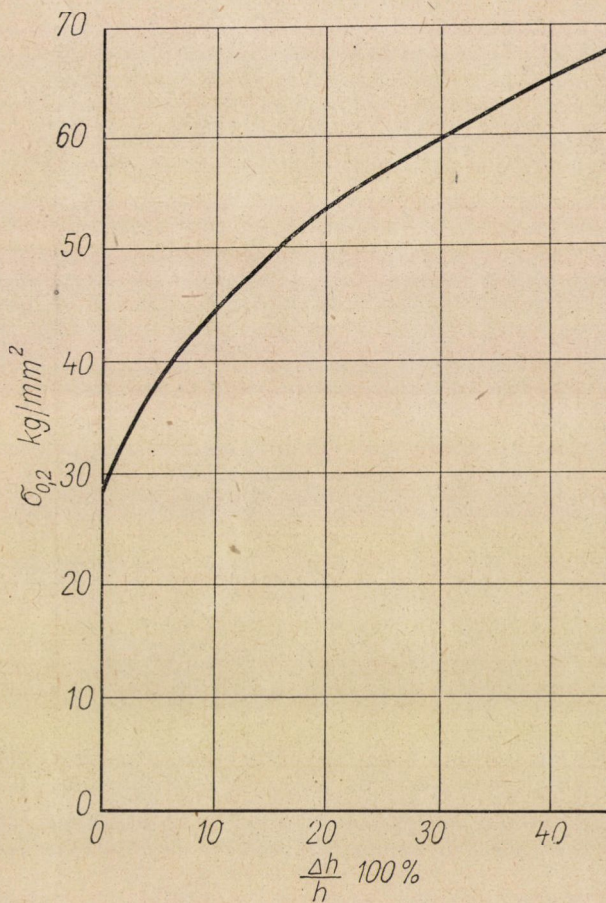


12. ábra

sebességgel (0–150 mm/perc, 0–5,5%/sec és 0–2,5 mm/sec). Jóllehet az alkalmazott alakítási sebességek gyakorlati szempontból elég kicsinek tekinthetők, határozott alakítási ellenállásnövekedés mutatkozott az alakítási sebesség növelése kapcsán (12. ábra). A keményedés befolyását úgy küszöböltem ki, hogy a felvett nyomóerőalakváltozás diagramokból az egyenlő alakításkor $\left(\frac{\Delta h}{h} \cdot 100 = 5\%\right)$ adódó alakítási ellenállás-értékeket vittem fel a diagramba. Ezekből a kísérletekből úgy látszik, hogy alumínium hidegalakításakor a (27) és (28) képletben előforduló C együttható értéke 0,085 ~ 0,1 kg körül van.

A (28) képlet gyakorlati használhatóságának ellenőrzésére különböző magasságú, kis széntartalmú (0,08% C) acélpróbatetekkel nyomókísérleteket

hajtottunk végre. A kísérletekhez használt próbatetek anyagának keményedési görbéje a 13. ábrán látható. A különböző magasságú, kis térfogatú hengeres acél-próbateteket mind kb. 2200 kg összenyomóerőig terheltük. Az alakítási sebesség igen kicsi volt (2–3%/sec). Az alakváltozás befejezése után a próbatetek mére-



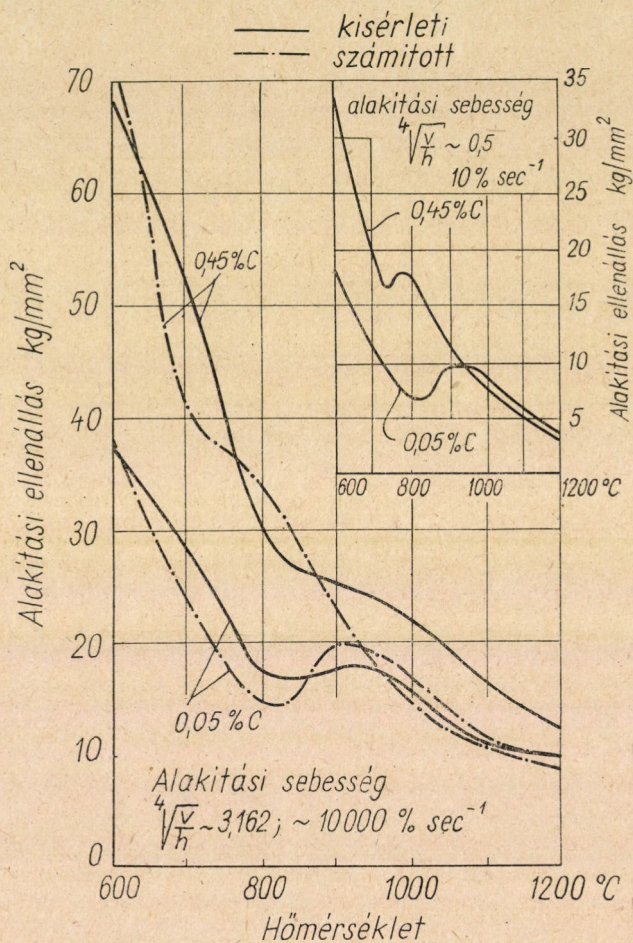
13. ábra

seiből a (28) képlettel kiszámítottuk az alakítási ellenállást, illetve a nyomóerőt. A nyomólapoknak száraz, edzett, köszörült felületük volt, tehát a súrlódási tényezőt $\mu = 0,1$ -nek vettük. A kísérleti és számított eredmények a 2. táblázatban láthatók egymás mellett. h a hengeres próbatest magassága, d az átmérője, f a nyomott felület k_f az alakítási szilárdság, P a nyomóerő.

Az alakítási sebesség befolyását az alakítási ellenállásra acél megalakításakor *H. Hennecke* vizsgálta 600 C° és 1200 C° hőmérsékleti határok között, mégpedig 0,05% C, 0,22% C és 0,45% C-tartalmú acélokon 5 ~ 10%-os másod-

2. táblázat

h_1 mm	h_2 mm	d_1 mm	d_2 mm	$\frac{\Delta h}{h} \cdot 100$ %	f mm ²	k_f kg/mm ²	$P_{kís.}$ kg	$P_{szám.}$ kg
20	15,7	19,5	21,8	21,5	373	55	21 830	21 800
9,79	8,0	19,5	21,6	18,9	367	54	20 660	22 050
5,0	4,3	19,5	21,1	14,0	350	48,5	20 760	21 700
2,48	2,28	19,5	20,35	8,1	326	43,5	20 750	21 900



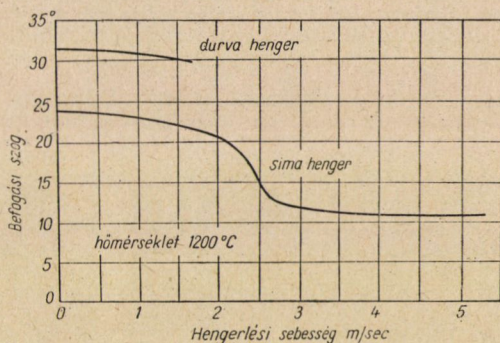
14. ábra

percenkénti alakítási sebesség és 5000 ~ 10 000% másodpercenkénti alakítási sebesség mellett [10]. A kísérleti eredmények a 14. ábrában vannak összefoglalva. A kis alakítási sebesség mellett felvett görbékől számítással meghatároztam a nagy alakítási sebességnek megfelelő alakítási ellenállás görbéket. A 14.

ábra ezeket a számított görbéket is feltünteti. Amíg kis szénttartalom (0,05% C) esetében a kísérleti és számított görbe jól simul egymáshoz, addig nagyobb szénttartalom (0,45% C) mellett a két görbe között, nyilván a késő kilágyulás következtében, eltérés mutatkozik. Úgy látszik, hogy acélok melegalakításakor $C = 0,050 \sim 0,100$ kg körül van.

*

A nagy alakváltozásokat létrehozó képlékeny alakítás mechanikájának egyik legnagyobb fejezete a hengerlés jelenségeivel foglalkozik. A hengerlés jelenségeire vonatkozólag számos elmélet ismeretes. A henger és a hengerelt darab között keletkező súrlódásnak valamennyi ismert elméletben igen nagy jelentősége van. A súrlódási tényező nagyságának és különösen változásának, melyet különböző tényezők okoznak, nagy a gyakorlati jelentősége. A súrlódási tényező



15. ábra

pontos meghatározása egyike a legnehezebb feladatoknak. A különböző befolyásoló tényezőknek egymással való összefonódása nagyon megnehezíti a mindenkori súrlódási tényező meghatározását.

Ha ismeretes az a befogási szög, amelynél a hengerek a darabot még zavartalanul befogják, akkor már van támpontunk a hengerek és a darab között mutatkozó súrlódási tényező nagyságát illetőleg. *W. Tafel* [27—28] megállapította a befogási szög nagyságát különböző hengerlési sebességek esetében. A kísérlet eredményei a 15. ábrán vannak feltüntetve. A befogási szög és ezzel a súrlódási szög durva felületű hengereknél nagyobb, mint sima hengereknél; durva felületű hengerekkel tehát nagyobb fogyásokat lehet elérni, mint sima hengerekkel. Ez a magyarázata annak a jelenségnek, hogy a hengerek a darabot egy bizonyos üzemidő után jobban fogják be maguk közé, mint újonnan esztergályozott állapotukban. A 15. ábra azt is szemlélteti, hogy növekedő hengerlési sebességgel csökken a befogási szög, illetve a súrlódási tényező nagysága.

Sven Ekelund [29] megvizsgálta a befogási szöget a hőmérséklet függvényében, és ebből meghatározta a súrlódási tényező nagyságát 700° felett. *Ekelund* szerint a súrlódási tényezőt 700° felett az alábbi egyenletekkel lehet kiszámítani, ha t jelöli a hengerelt darab hőmérsékletét :

Acél hengereknél :

$$\mu = 1,05 - 0,0005 \cdot t \quad (31)$$

kéregöntésű hengereknél :

$$\mu = 0,94 - 0,0005 \cdot t \quad (32)$$

köszörült acél vagy kéregöntésű hengereknél :

$$\mu = 0,82 - 0,0005 \cdot t \quad (33)$$

Ezekben az Ekelund-féle képletekben a sebesség befolyása nincs figyelembe véve.

Sok kísérleti adat alapján meleghengерléskor a súrlódási tényezőt a következő képletekkel lehet helyesen meghatározni :

acél hengereknél :

$$\mu = 1,05 - 0,0005 \cdot t - 0,056 \cdot v \quad (34)$$

kéregöntésű hengereknél :

$$\mu = 0,94 - 0,0005 \cdot t - 0,056 \cdot v \quad (35)$$

köszörült acél vagy kéregöntésű hengereknél :

$$\mu = 0,82 - 0,0005 \cdot t - 0,056 \cdot v \quad (36)$$

Ezekben az egyenletekben v [m/sec] a hengerlési sebességet jelenti. A (34), (35) és (36) képlet 5 m/sec hengerlési sebesség alatt és 700 C° felett érvényes. Megfigyeléseim szerint 5 m/sec hengerlési sebesség felett a súrlódási tényező alig változik.

A szakirodalomban igen sok adat található a hideghengерléskor keletkező súrlódási tényező nagyságára vonatkozólag, anélkül, hogy a problémát véglegesen megoldottnak tekinthetnők. Irodalmi adatok szerint száraz hengerek és száraz lemez esetében a súrlódási tényező 0,07 és 0,15 között változik, a hengerek felületi minősége és más körülmények szerint, és közepesen 0,1-nek vehető. Ezek az adatok azonban pontosabb számításakor nem elégségesek.

A hideghengерlési súrlódási tényező kérdésének megvilágítása csak akkor lehetséges, ha emlékezetbe idézzük a hengerlési nyomás és a hengerlési közepes alakítási ellenállás kiszámítására szolgáló kifejezéseket.

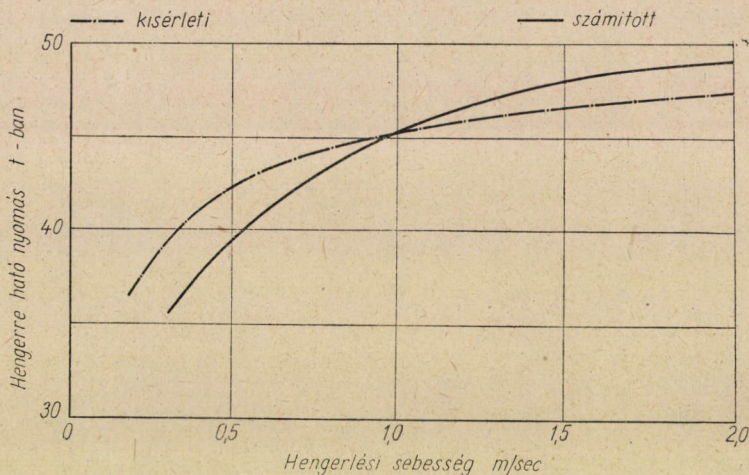
A hengerlési nyomást a

$$P = k_k \cdot b \cdot l_d = k_k \cdot b \cdot \sqrt{r \cdot (h_1 - h_2)} \quad (31)$$

képlettel, a közepes alakítási ellenállást pedig

$$k_k = k_f \cdot \left(1 + 5,5 \cdot \mu \cdot \frac{l_d}{h} \cdot \sqrt[4]{v} \right) \quad (38)$$

képlettel lehet kiszámítani. Ez utóbbi képlet tölem származik (1943). E (38) képlet felállításakor elméleti megfontolások mellett *O. Emicke* kísérleteire [30] is

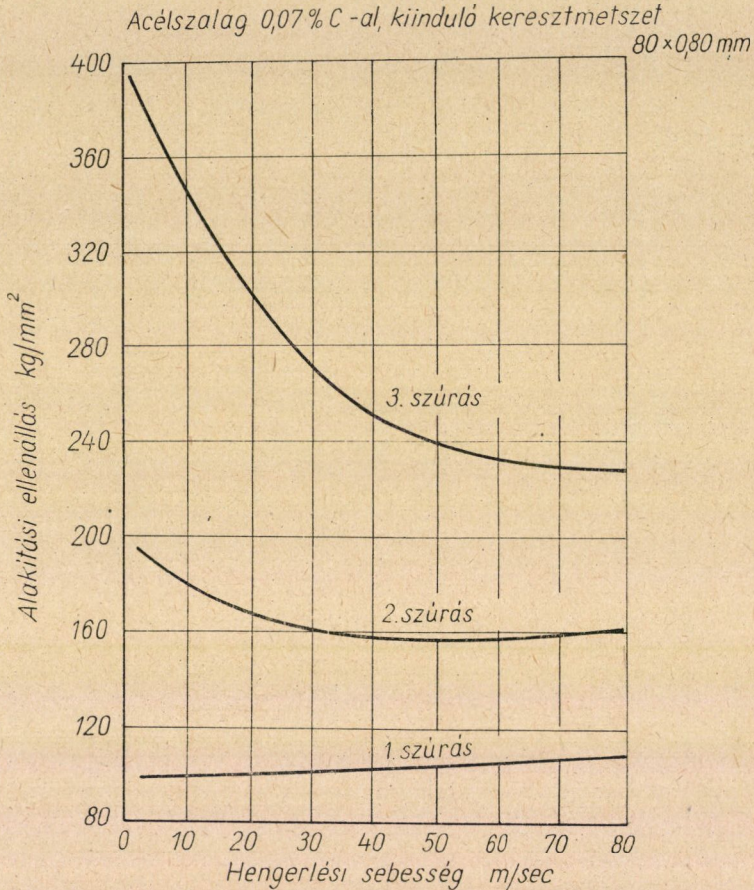


16. ábra

támaszkodtam. Emicke alumíniummal végzett hengerlési kísérletek alkalmával azt tapasztalta, hogy a hengerlési nyomás, tehát az alakítási ellenállás is, a hengerlési sebesség fokozásával növekedik. Az Emicke-féle kísérleti eredmények és saját képletemmel számított hengerlési nyomások a 16. ábrában vannak egymással szembeállítva. Emicke ezeket a kísérleteket száraz hengerekkel és száraz lemezekkel végezte. Ezekkel a kísérletekkel igazolt tényekkel szemben a nemzetközi irodalomban igen neves kutatók tagadták, hogy a hengerlési sebesség a hengerlési nyomásra befolyással van. Különösen *E. Siebel* és iskolája képviselte ezt az álláspontot, azonban bizonyító anyaguk igen kis hengerlési sebességek mellett felvett kísérleti adatokra támaszkodott, ami nem is adhatott tiszta képet erről a problémáról.

1947-ben jelent meg *H. Ford* beszámolója [14] kísérleteiről, amelyek a hengerlési sebesség hatását vizsgálták a hengerlési nyomásra. *H. Ford* többek

között pl. 0,07% C-tartalmú, $80 \times 0,8$ mm² méretű acélszalagot hengerelt három egymás után következő szúrással (közbeeső lágyítás nélkül) 30%-os fogyás mellett $0 \rightarrow 80$ m/perc hengerlési sebességgel. Eredményei a 17. ábrában vannak összeállítva. Míg az első szúrással a hengerlési sebesség növekedésével a hengerlési nyomás némileg növekedik, addig a második és harmadik szúrással a hengerlési nyomás erősen csökken, majd egy minimális érték elérése után ismét lassan növekedni kezd.

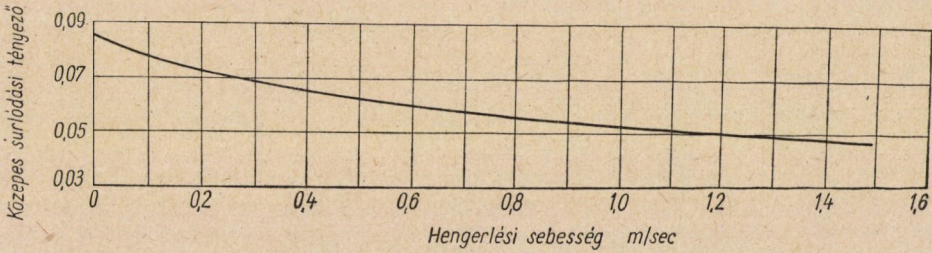


17. ábra

hengerlési nyomás növekedő hengerlési sebességgel eleinte erősen csökken, majd egy minimális érték elérése után ismét lassan növekedni kezd. A hengerelt lemez felületét olajjal kenték. Hasonló képet mutatott H. Ford többi kísérlete is, amelyeket más összetételű acél-, továbbá réz- és alumíniumszalag hengerlésekor végzett.

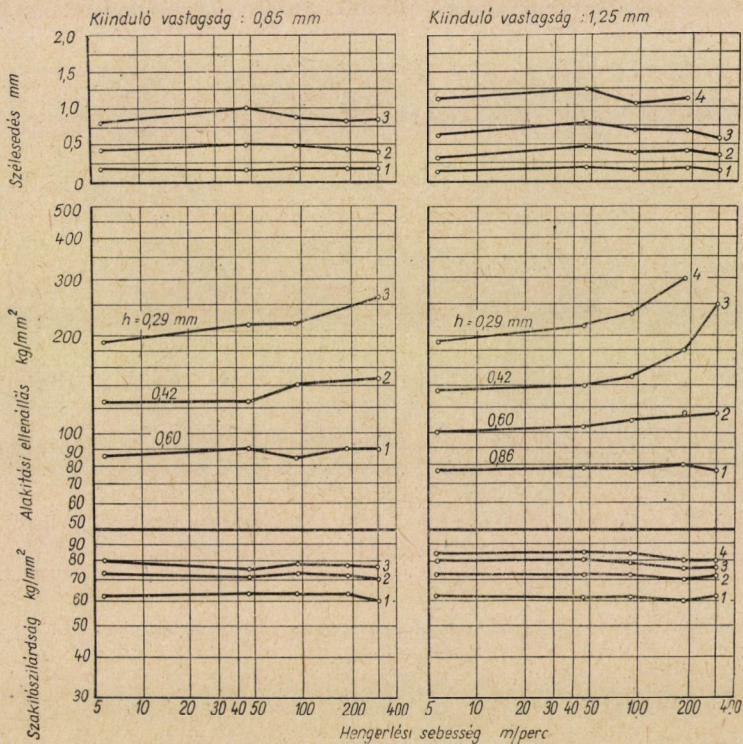
A hengerlési nyomásnak olyan változása, amelyet H. Ford kísérletei mutatnak, elsősorban nyilvánvalóan a súrlódási tényezőnek a hengerlési sebesség növekedése következtében bekövetkező csökkenésével függ össze. R. B. Sims és

D. F. Arthur [19] 1952-ben megvizsgálta a hengerlési sebesség befolyását a súrlódási tényezőre hideghengerlésnél. Kísérleteik azt mutatták, hogy a sebesség növekedésével a súrlódási tényező csökken. Kísérleti eredményeik a 18. ábrában vannak összefoglalva.



18. ábra

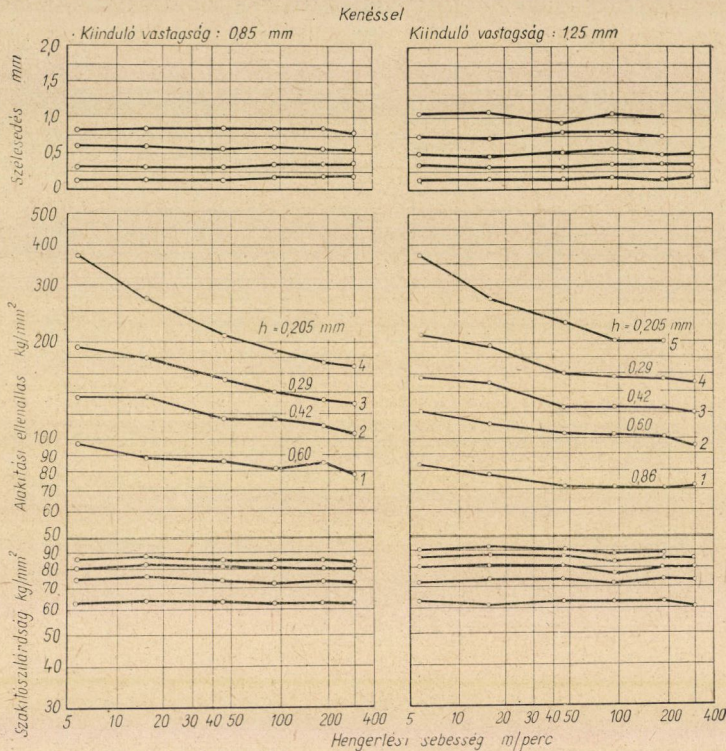
Kenés nélkül



19. ábra

Legújabbban (1954) L. Billigmann és A. Pomp foglalkozott a hengerlési sebességre a hengerlési nyomásra való hatásával. Billigmann és Pomp megfigyelései azt mutatják, hogy száraz hengerléskor, tehát amikor sem a lemez,

sem a hengerek nincsenek kenve, a hengerlési sebesség növekedésével nő a hengerlési nyomás, viszont amikor a lemezt és a hengereket kenik, akkor a hengerlési nyomás csökken. Végeredményben Billigmann és Pomp kísérletei megerősítik Emicke és Ford megfigyeléseit [20]. Billigmann és Pomp kísérleti eredményei a 19. és 20. ábrában vannak lerajzolva.



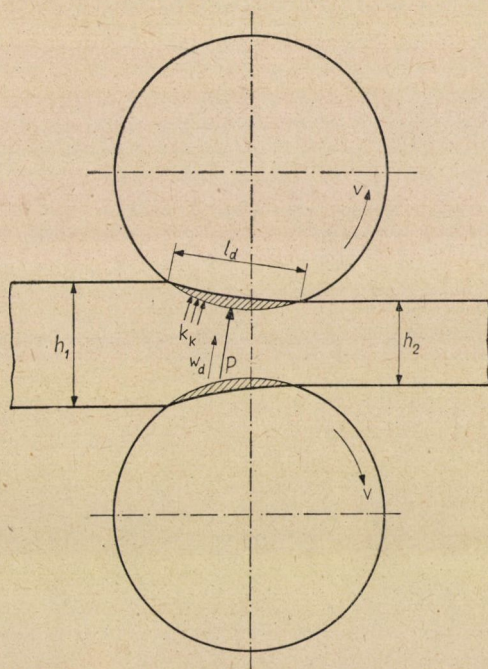
20. ábra

Az itt tárgyalt jelenségek magyarázatát H. Ford említett dolgozatában megkísérelte, azonban nem jutott megnyugtató eredményhez, és így a kérdés megoldatlan maradt. Billigmann és Pomp a jelenségek magyarázatát igen helyesen elsősorban a súrlódási tényező változásában találják, de inkább csak kvalitatív magyarázathoz jutnak, és a belőle folyó következtetéseket nem is fejtik ki teljesen.

Ford maga kísérleti eredményeinek kritikai vizsgálatánál megnézett minden körülményt, mely befolyásolhatná az eredményeket. Szerinte nincs számbaveendő befolyással sem a hengerelt anyag folyási határának a hengerlési sebesség következtében bekövetkező esetleges növekedése, sem az alakváltozási munkából származó hőmérsékletnövekedés a szokásos hengerlési sebességek mellett. Mind Ford, mind Billigmann felveti azt a kérdést is, mennyiben befolyásolja a henge-

rek belapulását a hengerlési sebesség. Fennáll ui. annak az elméleti lehetősége, hogy nagyobb hengerlési sebesség mellett kisebb a belapulás, tehát kisebb a nyomott ív, illetve a nyomott felület, és így kisebb lesz a közepes alakítási ellenállás és ezzel a hengerlési nyomás is. Erre a kérdésre vonatkozólag mind Ford, mind Billigmann és Pomp csak általánosságokat mondanak, de számszerű vizsgálatokba nem bocsátkoznak, és így nem is foglalnak határozottan állást.

A kérdést magam is megvizsgáltam, hogy számszerűen megállapíthassam, mennyire reális az a feltevés, hogy a behorpadás, és így a nyomott ív (l_d) csökken a hengerlési sebesség növekedésével.



21. ábra

Ha P a hengerlési nyomás (21. ábra) és Δd a P erő irányába eső legnagyobb átmérőcsökkenés, a behorpadás mélysége, v a henger kerületi sebessége, l_d a nyomott ív hossza, akkor

$$\Delta i = \frac{l_d}{v} \quad (39)$$

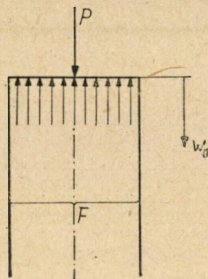
idő kell ahhoz, hogy a hengerkerület A pontja B pontba érkezzék. Ha v a kerületi sebesség, akkor a henger

$$v_d = \frac{2 \cdot \Delta d}{\Delta i} = \frac{2 \cdot \Delta d}{l_d} \cdot v \quad (40)$$

sebességgel nyomódik be. Sajnos, az irodalomban sehol sem található meg annak az elméleti levezetése, hogy olyan hengeres test, amelyre axiális irányban működő P erő hat, mekkora időtartam alatt deformálódik. Egyik régebbi dolgozatomban [31] kimutattam, hogy ha egy oszlop fedőlapját merőlegesen P erő terheli meg hirtelen, akkor a fedőlap

$$w_0 = \frac{P}{F \cdot \sqrt{E \cdot \delta}} = \frac{\sigma}{\sqrt{E \cdot \delta}} \quad (41)$$

sebességgel mozdul el az erő irányában, mindaddig, míg rugalmas alakváltozása be nem fejeződik (22. ábra). A (41) egyenletben F az oszlop keresztmetszete,



22. ábra

$E [2,1 \cdot 10^6 \text{ kgcm}^{-2}]$ az oszlop anyagának rugalmassági modulusza, $\delta [\text{kg} \cdot \text{sec}^2 \cdot \text{cm}^{-4}]$ pedig a sűrűsége. A (41) képletet hengerlésre is alkalmazhatjuk oly módon, hogy ha $k_k [\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}]$ közepes alakítási ellenállás működik a nyomott felület mentén, akkor a behorpadás sebességét a következő képlet fejezi ki:

$$w_k = \psi \cdot \frac{k_k}{\sqrt{E \cdot \delta}} = \psi \cdot \frac{k_k}{4,1} [\text{cm} \cdot \text{sec}^{-1}]. \quad (42)$$

Ebben a képletben ψ alaktényező, amely azt mutatja meg, hogy a henger behorpadási sebessége az oszlop összenyomódási sebességének hányad része vagy hányszorosa.

Ha pl. $D = 150 \text{ mm}$, a nyomott ív pedig 10 mm hosszú, a hengerek kerületi sebessége 10 m/sec , akkor a hengerkerület egy pontjának érintkezési ideje a darabbal (39. egyenlet):

$$\Delta t = \frac{10}{10\,000} = 0,001 \text{ sec},$$

a behorpadáshoz szükséges idő pedig ennek az időtartamnak a fele: $0,0005 \text{ sec}$. Ha feltételezzük, hogy a nyomott ív mentén a közepes alakítási ellenállás $k_k = 200 \text{ kg/mm}^2$, továbbá ψ értékét $0,5$ -nek vesszük, akkor a nyomott hengerfelület behorpadásának sebessége:

$$w_k = 0,5 \cdot \frac{20\,000}{4,1} = 2450 \text{ cm} \cdot \text{sec}^{-1}$$

5/10 000-ed másodperc alatt ez

$$2450 \cdot 0,000,5 = 1,23 \text{ cm}$$

mélységű behorpadást jelentene, ami sokszorosa a tényleges behorpadási mélységnek. A tényleges behorpadás tizedmilliméter nagyságrendű. A hengerek behorpadása $10 \text{ m/sec}/600 \text{ m/perc}$ /hengerlési sebesség mellett nem kisebbedik meg, mert az alakváltozásban semmi késedelem nincs. 50 m/sec -os (3000 m/perc) hengerlési sebességig nem is kell ilyen visszamaradással számolni. Ez a sebesség pedig erősen túlhaladja az eddig alkalmazott legnagyobb (1900 m/perc) hengerlési sebességet.

Amíg H. Ford megfigyeléseinek magyarázásában a súrlódási tényező változásával szemben meglehetősen határozatlan álláspontot foglal el, addig Billigmann és Pomp ebben a kérdésben világosan kifejezik abbéli meggyőződésüket, hogy a hengerlési nyomás változásának magyarázatát elsősorban a hengerlési sebességnek a súrlódási tényezőre gyakorolt hatásában kell keresni. Megállapításuk azonban csak elvi jelentőségű, mert nem is kísérlik meg a súrlódási tényező számszerű változásának meghatározását.

Már fentebb említettem, hogy a súrlódási tényező pontos ismeretének hideghengerléskor milyen nagy elméleti és gyakorlati fontossága van. Ezért a rendelkezésemre álló kísérleti anyag segítségével megállapítottam a súrlódási tényező változását a hengerlési sebesség függvényében. Elsősorban H. Ford kísérleti adatait használtam fel, minthogy azonban Ford dolgozatában csak a névleges közepes alakítási ellenállásokat közli a sebesség függvényében, ki kellett számítanom a tényleges közepes alakítási ellenállások változását a sebesség függvényében.

Névleges alakítási ellenállásnak nevezzük a névleges nyomott ívre vonatkoztatott alakítási ellenállást :

$$l_{dn} = \sqrt{r \cdot \Delta h}, \quad (43)$$

illetve a névleges nyomott felületre vonatkoztatott alakítási ellenállást :

$$k_{kn} = \frac{P}{b \cdot l_{dn}} = \frac{P}{b \cdot \sqrt{r \cdot \Delta h}}. \quad (44)$$

Ezekben a képletekben P a hengerlési nyomás, r a hengerek sugara, b a hengerelt szalag szélessége, $\Delta h = h_1 - h_2$ a szalag vastagságcsökkenése a szűrés folyamán.

Tényleges alakítási ellenálláson a hengerek behorpadása következtében megnövekedett tényleges nyomott ívre :

$$l_{dt} = \sqrt{r \cdot \Delta h + \frac{l_u^2}{4}} + \frac{l_u}{2}, \quad (45)$$

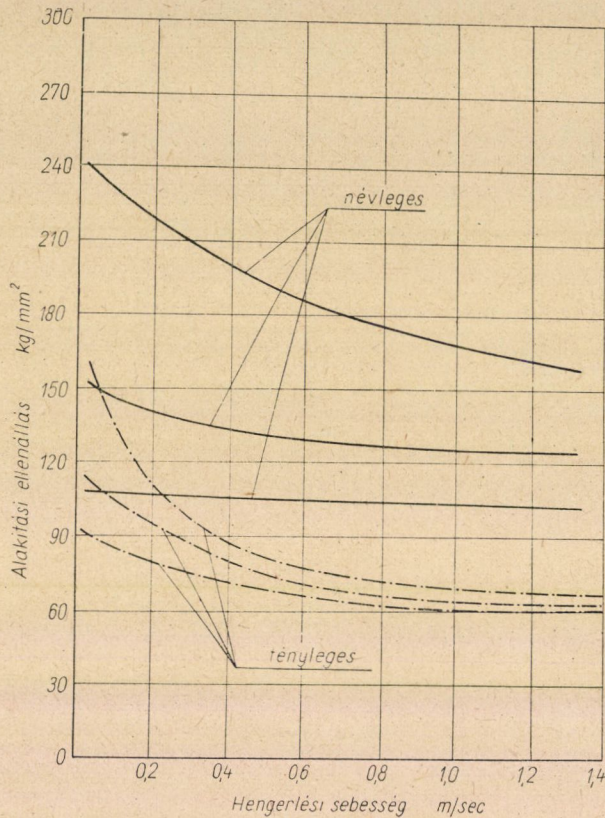
vonatkoztatott alakítási ellenállást, illetve a tényleges nyomott felületre vonatkoztatott alakítási ellenállást értjük :

$$k_{kt} = \frac{P}{b \cdot l_{dt}}. \quad (46)$$

Ezekben a képletekben l_u az ún. hatástalan ív, amelyet a következő képlettel lehet kiszámítani :

$$l_n = \frac{2 \cdot k_f \cdot r \cdot 10^{-4} \cdot \left[1,12 + 6,1 \cdot \left(\frac{\mu}{h} \right) \sqrt{r \cdot \Delta h} \cdot \sqrt[4]{v} \right]}{1 - 6,1 \cdot 10^{-4} \cdot r \cdot k_f \cdot \left(\frac{\mu}{h} \right) \cdot \sqrt[4]{v}} \quad (47)$$

A 23. ábrán egy 76 mm széles, 2,52 mm vastag 0,2% C-tartalmú acélszalag hengrelésekor kapott tényleges és névleges közepes alakítási ellenállásokat

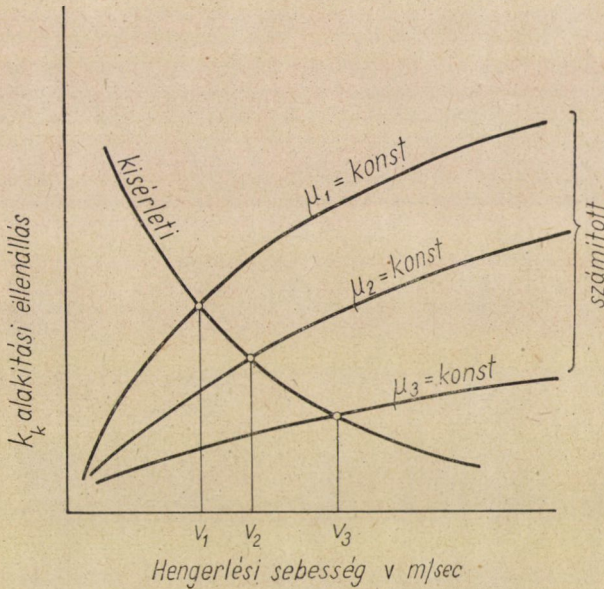


23. ábra

ábrázoltuk a sebesség függvényében. A kihengrelés 0,6 mm vastagságra közbeeső négy szűrésben (2,52—1,75—1,25—0,85—0,6), különböző sebességekkel történt. Az ábrából látható, hogy a tényleges alakítási ellenállások sokkal kisebbek, mint a névleges alakítási ellenállások. A kiértékelés azon az alapon történt, hogy a közepes alakítási ellenállás meghatározására szolgáló képlettel [32]

$$k_k = k_f \cdot \left(1 + 5,5 \cdot \mu \cdot \frac{l_d}{h} \cdot \sqrt[4]{v} \right) \quad (38)$$

kiszámítottam különböző hengerlési sebességeknél, előre felvett azonos μ súrlódási tényező segítségével a k_k közepes alakítási ellenállás értékeit. Ilyen módon egy görbesereget kaptam. Ahol a számított k_k görbék metszik az azonos fogyással felvett kísérleti k_k görbét, ott a metszéspont meghatározza az illető hengerlési sebességhez tartozó súrlódási tényezőt (24. ábra). Ezt a számítást elvégeztem mind a tényleges, mind a névleges alakítási ellenállással kapcsolatban, tehát a tényleges és névleges nyomott ívre vonatkozólag is, és így megkaptam a tényleges és névleges súrlódási tényező változását a hengerlési sebesség függvényében, és az alakítási ellenállás nagyságának függvényében (25. és 26. ábra).

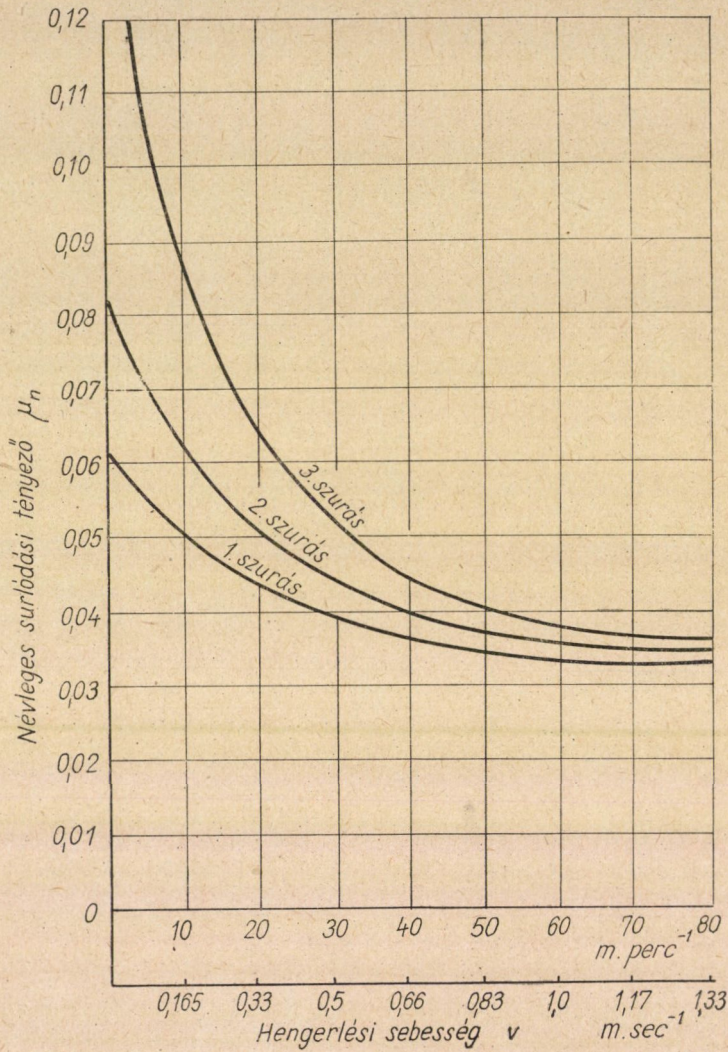


24. ábra

Eszerint a súrlódási tényező az első szúrásoknál eleinte viszonylag kissé, növekedő hengerlési sebességgel alig, illetve csak keveset csökken. Keményedő és vékonyodó anyag esetében, tehát amikor az alakítási ellenállás növekszik, a kis sebességeknél mutatkozó súrlódási tényező jelentősen emelkedik, viszont növekedő hengerlési sebességgel rohamosan csökken. Bizonyos hengerlési sebéségen túl a súrlódási tényező a hengerlési nyomástól függetlenül csaknem egyforma nagyságú és tovább növekedő hengerlési sebességgel mondhatni állandó marad. Ennek következtében a (38) képlettel számított közepes alakítási ellenállás határsebéségen túl növekedő értékeket ad, amit egyébként *H. Ford* kísérletei igazolnak (17. ábra 1. szúrás).

A fenti kísérletekből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy ha kicsik a sebességek és nagy az alakítási ellenállás, akkor a nyugalmi száraz súrlódási

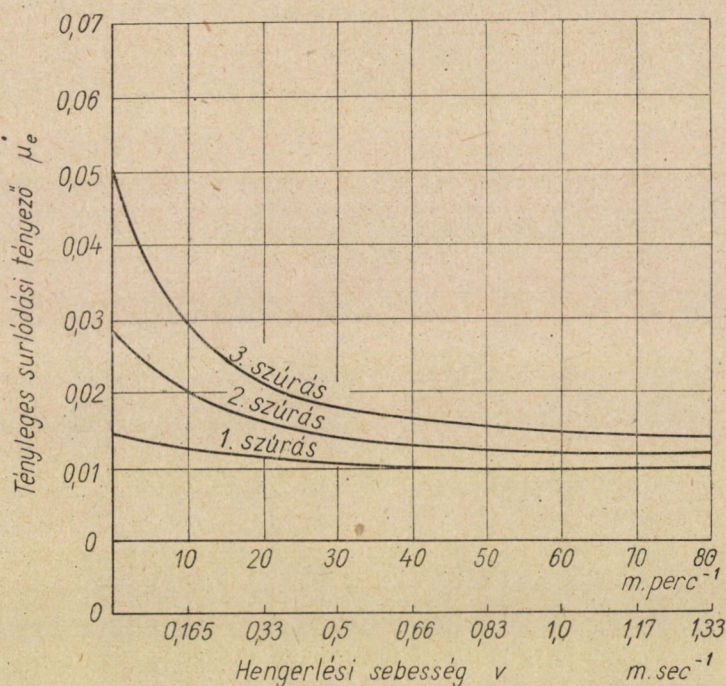
tényező érvényesül, és növekedő hengerlési sebességgel mindinkább átalakul folyadék sűrűdássá. Bizonyos határsebességen túl a sűrűdési tényező gyakorlatilag állandó marad. Kis közepes alakítási ellenállás mellett és kis hengerlési



25. ábra

sebességeknél is jobban érvényesül a kenőanyag hatása, minthogy a kisebb nyomás kevésbé szorítja ki az olajat a nyomott felületről, mint a nagy nyomás. Azért kisebb ilyenkor a sűrűdési tényező még kis sebességek mellett is. A *Ford* kísérleteiből kapott sűrűdési tényezők azt mutatják, hogy az említett határsebesség 0,6 ~ 1 m/sec hengerlési sebesség között van.

Végeredményként mindebből a következőket vonhatjuk le. Acélszalag olajos hideghengerlésekor, ha a névleges közepes alakítási ellenállást a névleges nyomott ív segítségével akarjuk kiszámítani (gyakorlati szempontból ez az egyszerűbb), legcélszerűbb a súrlódási tényezőt olajjal való kenés esetén és 0,6 m/sec hengerlési sebesség felett 0,02 és 0,04 között, közepesen 0,03-nak

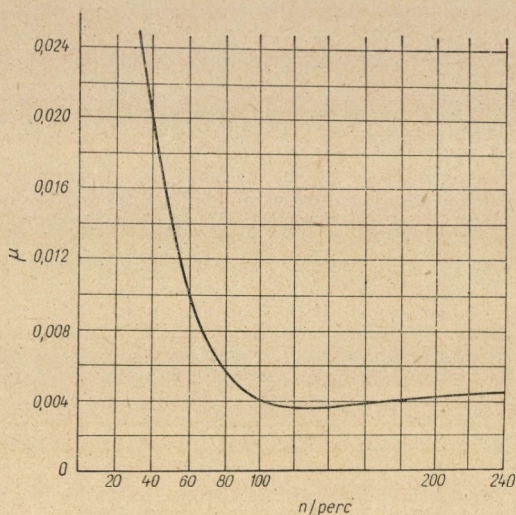


26. ábra

választani. Ily módon olyan értékekhez jutunk, amelyek a hengerlési nyomás és a teljesítményszükséglet kiszámításához gyakorlatilag jól használhatók. Ha a tényleges alakítási ellenállást akarjuk meghatározni, amikor természetesen a belapulást is ki kell számítani, akkor a határsebességen túl a súrlódási tényezőt 0,01 ~ 0,015-nek kell választani.

Ha megnézzük a 24. és 25. ábrát, akkor önkéntelenül eszünkbe jut *Stribeck* 50 évvel ezelőtt végzett kísérlete, amely a csúszócspapágyak súrlódási tényezőjét vizsgálta a csap kerületi sebességének függvényében. *Stribeck* kísérletei a súrlódási tényezőnek hasonló változását mutatták a sebesség függvényében, mint aminőt a mi 25. és 26. ábránk az olajos hengerlési súrlódás tényezőjére vonatkozólag (27. ábra) feltüntet [33].

Most rátérek előadásom harmadik problémájára :



27. ábra

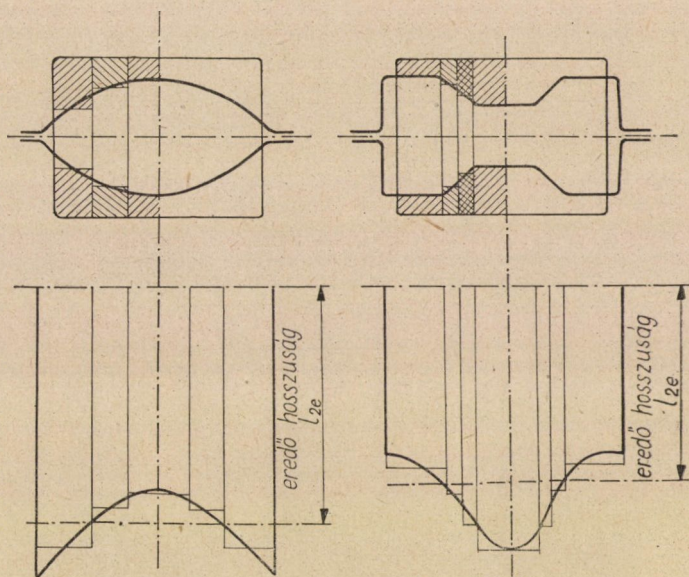
A hengerlés következtében bekövetkező alakváltozási jelenségek megértéséhez feltétlenül ismernünk kell a különböző nyomás alatt álló szomszédos szelvényrészek egymásra való hatását (pl. valamely alakos rúd hengerlésénél). Bár a problémának igen nagy gyakorlati hordereje van, ezt a kérdést eddig csak durva megközelítésben oldották meg. *W. Tafel* volt az első, aki ezzel a kérdéssel behatóan foglalkozott és kidolgozott egy közelítő számítási eljárást. Ez a számítási eljárás üzemi kísérleti megfigyelésekre támaszkodva arra az alapgondolatra támaszkodott, hogy *alakos üregben keresztül bocsátott darab eredő hossza kb. egyenlő a különbözőképpen nyomott rúdrészek természetes hosszúságainak számtani közepével* [34]. Természetes meghosszabbodás alatt itt azt a meghosszabbodást kell érteni, amelyet egy rúdrész a vastagságcsökkenésének megfelelően elérne, ha a szomszédos, más nagyságú nyomások alatt álló rúdrészekről függetlenül szabadon tudna megnyúlni (28. ábra). Tafel szerint egy egyenlőtlenül nyomott rúd eredő hossza (29. ábra) :

$$L_2 = L_e = L_1 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \frac{H_i}{h_i}}{n} \quad (48)$$

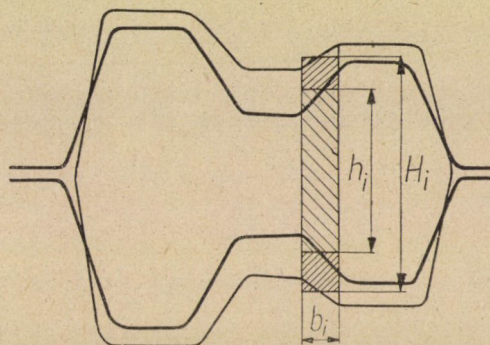
Ebben a képletben L_1 a darab hossza a szűrés előtt. A szelvény n elemi, különbözően nyomott b_i szélességű részekre van felosztva. Egy ilyen elemi rész magassága szűrés előtt H_i , szűrés után h_i .

Az egyenlőtlenül nyomott rúd eredő hosszúsága olyan módon képződik, hogy az erősebben nyomott részek a kevésbé nyomott szomszédos részeket ter-

mészetes meghosszabbodásukon túl igyekeznek megnyújtani, és a kevésbé nyomott részek az erősebben nyomott részeket szabad meghosszabbodásukban akadályozzák. Ezért az egyenlőtlenül nyomott rúd eredő hosszúságá-



28. ábra



29. ábra

nak megállapításánál az egymásra ható, különböző nyomás alatt álló keresztelvényrészek területének egymáshoz viszonyított nagyságát nem lehet figyelmen kívül hagyni. Valamely rúdrész meghosszabbításához szükséges munka feltétlenül arányos a rúdrész keresztmetszetével.

Kísérleti megfigyelések alapján egy ürege keresztülbocsátott egyenlőtlen nyomásokkal nyújtott alakosrúd az eredő hosszát a következő munkatétel segítségével lehet megállapítani :

Egyenlőtlenül nyomott rúd eredő fajlagos meghosszabbodását létrehozó munka egyenlő az egyes rúdrészek természetes fajlagos megnyúlásának létrehozásához szükséges elemi munkák összegével :

$$\sum_{i=1}^n \cdot k_f \cdot \left(\frac{f_{1i} + f_{2i}}{2} \right) \cdot \left(\frac{\Delta l'_i}{l_1} \right) = k_f \cdot \left(\frac{\Delta l_e}{l_1} \right) \cdot \left(\frac{F_1 + F_2}{2} \right). \quad (49)$$

Ebben az egyenletben :

k_f a hengerelt rúd anyagának alakítási szilárdsága,

$f_{1i} = H_i \cdot b_i$ az i -ik elemi keresztmetszet területe szúrás előtt (28. ábra)

$f_{2i} = b_i \cdot h_i$ az i -ik elemi keresztmetszet területe a szúrás után (28. ábra)

Δl_i az i -ik rúdrész természetes meghosszabbodása

l_1 a hengerelt darab hossza a szúrás előtt

l_2 a rúd eredő hossza a szúrás után

$\frac{\Delta l_i}{l_1}$ a rúd i -ik részének természetes fajlagos megnyúlása

$\Delta l_e = l_2 - l_1$ a rúd eredő megnyúlása

$\frac{\Delta l'_e}{l_1}$ a rúd eredő fajlagos megnyúlása

F_1 a rúd keresztmetszete a szúrás előtt

F_2 a rúd keresztmetszete a szúrás után.

A (49) egyenletből az eredő fajlagos megnyúlás a következőképpen fejezhető ki :

$$\frac{\Delta l_e}{l_1} = \frac{\sum_{i=1}^n (f_{1i} + f_{2i}) \cdot \frac{\Delta l'_i}{l_1}}{F_1 + F_2}, \quad (50)$$

a rúd eredő hossza pedig a szúrás után

$$l_2 = l_1 \cdot \left(1 + \frac{\Delta l_e}{l_1} \right). \quad (51)$$

Az eredő fajlagos megnyúlást kifejező (50) egyenlet felvilágosítást ad valamely üreg töltéséről is. Hengerlés alatt ui. a hengerelt rúd térfogata változatlan marad :

$$V = F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2. \quad (52)$$

Ez azt jelenti, hogy a rúd hossza a szűrés után :

$$l_2 = l_1 \cdot \frac{F_1}{F_2}. \quad (53)$$

Az (51) és (53) egyenletből

$$l_1 \cdot \frac{F_1}{F_2} = l_1 \cdot \left(1 + \frac{\Delta l_e}{l_1}\right), \quad (54)$$

és ebből

$$\frac{F_1}{F_2} = 1 + \frac{\Delta l_e}{l_1}. \quad (55)$$

Tehát az eredő fajlagos megnyúlás :

$$\frac{\Delta l_e}{l_1} = \frac{F_1 - F_2}{F_2}. \quad (56)$$

Ha F_1 az üregbe beszűrt rúd keresztmetszete, és F'_2 az üreg keresztmetszete, akkor az (56) egyenlet így is írható :

$$\frac{\Delta l_e}{l_1} \cong \frac{F_1 - F'_2}{F'_2}. \quad (57)$$

Itt $\frac{\Delta l_c}{l_1}$ az (50) képlettel számított eredő fajlagos megnyúlás. F_1 a rúd keresztmetszete a szűrés előtt, F'_2 pedig az üreg keresztmetszete.

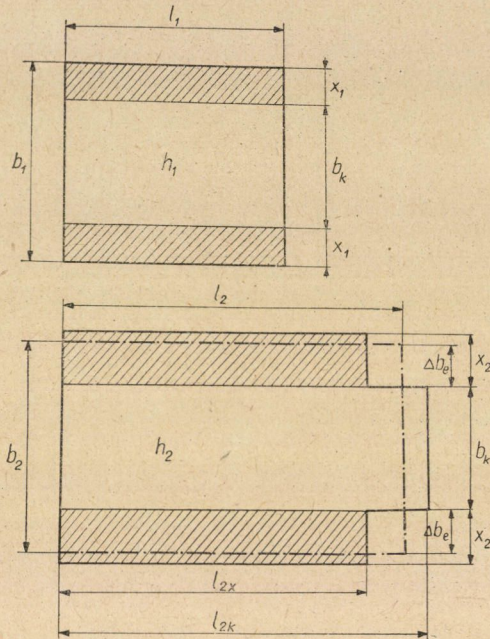
Az (57) egyenlet egyébként a következőt fejezi ki :

Ha az üreg helyesen van töltve, akkor az egyenlet jobb- és baloldala egymással egyenlő. Ha az eredő meghosszabbodás $\left(\frac{\Delta l_c}{l_1}\right)$ nagyobb, mint az egyenlet jobboldala, akkor üresen szalad az üreg, ha az eredő meghosszabbodás kisebb, mint az egyenlet jobboldala, akkor az üreg túl van töltve.

Az itt levezetett munkatétel nemcsak az üreg töltéséről ad felvilágosítást, hanem olyan jelenségekről is, melyeket eddig nem tudtunk megmagyarázni. *W. Trinks* megfigyelte, hogy hengerléskor a lemez alakú testek szélesedése a darab bizonyos szélességéig független a hengerelt darab szélességétől, azon túl a szélesedés kisebbedik, holott a szélesedésnek az eddig szokásos elméleti megfontolások szerint növekednie kellene.

A jelenség magyarázatához vissza kell emlékeznünk arra, hogy mint már előadásom első részében rámutattam, egy nyomott prizmatikus test szélső zónái

szabadon térnek ki a nyomás elől, ugyanakkor képződik egy, a nyomólapokhoz tapadó zóna, amelyen belül az anyag szabad mozgása jelentősen akadályozva van. Ugyanez a helyzet itt is. A hengerelt lemez szélső zónái meghosszabbodásuk közben szabadon szélesednek (30. ábra), a középső b_k szélességű zóna azonban a tapadás következtében csak a hengerlés irányában tud meghosszabbodni.



30. ábra

A szélső x_1 szélességű zónák szélessége csak a lemez vastagságától és a súrlódási tényezőtől függ [35] :

$$x_1 = 0,1575 \cdot h_1 + \frac{h_1}{\mu} \cdot \frac{\xi - \mu}{\xi + \mu} \quad (58)$$

$\xi = 0,6$ állandó, tehát független a lemez szélességétől. Növekedő lemezszélességgel növekszik a középső b_k szélességű zóna, amely a tapadás következtében csak a hengerlés irányában tud meghosszabbodni. A szélső és középső lemezrészek egymásra hatása következtében az (50) egyenlet értelmében a fajlagos meghosszabbodás :

$$\frac{\Delta l_e}{l_1} = \frac{(f_{11} + f_{21}) \cdot \frac{\Delta l_1}{l_1} + (f_{12} + f_{22}) \cdot \frac{\Delta l_2}{l_1}}{(F_1 + F_2)} \quad (59)$$

Ebben a képletben :

$f_{11} = b_k \cdot h_1 \cdot l_1 = (b_1 - 2 \cdot x_1) \cdot h_1 \cdot l_1$ a középső zóna keresztmetszete a szúrás előtt

$f_{12} = 2 \cdot x_1 \cdot h_1 \cdot l_1$ a szélső zónák összképletmetszete szúrás előtt

$f_{21} = b_k \cdot h_2 \cdot l_2 = (b_1 - 2 \cdot x_1) \cdot h_2 \cdot b_2$ a középső zóna keresztmetszete a szúrás után

$f_{22} = 2 \cdot x_2 \cdot h_2 \cdot l_2$ a szabadon szélesedő szélső zónák összképletmetszete a szúrás után

$\frac{\Delta l_1}{l_1} = \frac{l_{2k} - l_1}{l_1}$ a középső zóna természetes fajlagos megnyúlása

$l_2 = l_1 \cdot \left[1 + \frac{\Delta l_e}{l_1} \right]$ a lemez eredő hosszúsága a szúrás után

$\Delta l_e = l_2 - l_1$ a lemez eredő meghosszabbodása

$b_2 = \frac{l_1 \cdot b_1 \cdot h_1}{l_2 \cdot h_2}$ a lemez eredő szélessége a szúrás után

$\Delta b_e = b_2 - b_1$ a lemez eredő szélesedése

$\Delta s = 0,35 \cdot l_d \cdot \frac{\Delta h}{h_1}$ a Siebel-féle szélesedési képlet

$F_1 = h_1 \cdot b_1 = f_{11} + f_{12}$ a lemez összképletmetszete a szúrás előtt

$F_2 = b_2 \cdot h_2 = f_{21} + f_{22}$ a lemez összképletmetszete a szúrás után.

Az (59) egyenlet magyarázatot ad a Trinks megfigyelte jelenségre. Ha a szélesedést pl. a Siebel-féle képlettel számítjuk ki, akkor $\left(\frac{b_1}{l_d}\right)$ függvényében, ha $\frac{b_1}{l_d} > 5$, a számított szélesedést a táblázatban található C_1 korrekciós tényezővel kell megszorozni.

3. táblázat

$\frac{b_1}{l_d}$	5	10	15	20
C_1	1,00	0,875	0,73	0,145

Előadásomban három, látszólag egymástól távol eső problémával foglalkoztam, holott a három kérdés szoros belső összefüggésben van egymással. A nyomott test alakítási ellenállásának változása a sebesség függvényében, illetőleg az ehhez fűzött magyarázatok egyúttal megmagyarázzák a hengerlési alakítási ellenállás változásának törvényszerűségét a sebesség függvényében. A hengerlés folyamán különböző nyomás alatt álló darab keresztmetszetében végbemenő anyagelmozdulás törvényszerűsége, továbbá a hengerlési súrlódás változása magyarázatot ad a szélesedéssel kapcsolatos megfigyelésekre, vala-

mint az üregek helyes töltésére vonatkozólag. A súrlódási tényező változása a sebesség függvényében megmagyarázza a hengerlési nyomás változásával kapcsolatos, eleinte meglehetősen egymásnak ellentmondani látszó megfigyeléseket s. i. t.

Mint látjuk, a tárgyalt három jelenség megértése világosabbá teszi azt a képet, amely a nagy alakváltozásokat létrehozó képlékeny alakítás mechanikájában most van kialakulóban.

IRODALOM

1. Siebel, E. : Die Formgebung im bildsamen Zustande der Metalle. Verl. Stahleisen, Düsseldorf, 1932. S. 17/18.
2. Fink, K. : Az alakítási szilárdság. M. T. Akad. Műsz. Oszt. Közleményei, Budapest. XII/1954. S. 305/318.
3. Czarny, J. : Bestimmung der angenäherten Kräfte und des Kraftbedarfs beim Freiformschmieden. Metallurgie und Giessereitechnik. 4 (1954.) 329.
4. Geleji, A. : Walzwerks- und Schmiedemaschinen. VEB Verlag Technik, Berlin, 1954. S. 35/37.
5. Meyer, H. und Nehl, F. : Die grundlegenden Vorgänge der bildsamen Verformung. Stahl u. Eisen, 1925. S. 1961, 1972.
6. Hoff, H. u. Dahl, Th. : Grundlagen des Walzverfahrens. Verl. Stahleisen, Düsseldorf, 1950. S. 123.
7. Cook, M. u. Larke, E. C. : Widerstand von Kupfer und Kupferlegierungen gegen homogene Formänderung beim Stauchen. J. Inst. Metals 71 (1945) S. 371 bis 390.
8. Sachs, G. : Einfluss der Probehöhe auf den Stauchversuch. Z. Metallkunde 16 (1924). S. 55/58.
9. Körber, F. u. Pomp, A. : Über den Kraftverlaufen bei der Schlagprüfung. Mitt. K. Wilh. Inst. Eisenforschg. 7 (1925) S. 81/97.
10. Hennecke, H. : Warmstauchversuche mit perlitischen, martensitischen und austenitischen Stählen. Ber. d. Fachaussch. d. V. d. Eisenhütteln. Werstoffaussch. Nr. 94. 1926.
11. Kulybatschnij, I. G. : Mechanitscheskoje Oborudovanje Prokatny Cehov, Masgiz, Moskva, 1946. S. 114.
12. Lueg, W. u. Pomp, A. : Der Einfluss des Walzendurchmessers beim Kaltwalzen von Bandstahl. Mitt. K. Wilh. Inst. Eisenforschg. 17 (1935) S. 63/76. vgl. Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 935/936.
13. Lueg, W. u. Pomp, A. : Der Einfluss der Walzenwerkstoffes, der Walzgeschwindigkeit, der Bandbreite und eines vorausgegangenen Kaltverformung beim Kaltwalzen von Bandstahl. Mitt. K. Wilh. Inst. Eisenforschg. 17 (1935). S. 219/230 vgl. Stahl u. Eisen 55 (1935). S. 235/236.
14. Ford, H. : The Effect of Speed of Rolling in the Cold-Rolling Process. J. Iron and Steel Inst., 156 (1947). 380/398.
15. Bowden, F. P. and Tabor, D. : The Friction and Lubrication of Solids. Oxford, 1950.
16. Puppe, J. : Untersuchungen über Walzdruck usw. 1913. 74. S.
17. Unksov, E. P. : Novoje v Technogiji Gorjatschhej Stampovki Masgiz. Moskva, 1948.
18. Pavlov, Ig. M. : Teorija Prokatki. Metallurgizdat. Moskva, 1940.
19. Sims, R. B. and Arthur, D. F. : Speeddependant Variables in Cold Strip Rolling. J. Iron and Steel Inst. 179 (1952). Nr. 3., 285/295.
20. Billigmann, J. und Pomp, A. : Untersuchungen über den Einfluss der Walzgeschwindigkeit auf den Walzdruck, die Festigkeitseigenschaft und die Banddicke beim Kaltwalzen von Bandstahl. Stahl u. Eisen. 74 (1954). S. 441/461.
21. Kulbatschny, L. G. : Maschinelle Ausrüstung von Walzwerken. VEB Verlag Technik, Berlin 1954. 246., 247., 250. old.
22. McAdam, D. I., Geil, G. W. und Cromwell, F. I. : Flow, Fracture and Ductility of Metals, Metals Technology, 1948. Jan.
23. Körber, F. : Verfestigung und Zugfestigkeit. Ein Beitrag zur Mechanik des Zerreißversuches plastischer Metalle. Mitt. d. K. W. Inst. f. Eisenforschg. 3 (1922). Heft 2, 1. old.
24. Müller, W. : Kupfer und Bronze. Eine technologische Studie über die Wirkung des Reckens usw. Forschungarb. auf d. Gebiete der Ingenieurwesens. Heft 211. (1928).
25. Nádai, A. und Manjoine, M. I. : Zugversuch bei erhöhten Temperaturen mit höherer Dehgeschwindigkeit. II III. I. applied Mech. (1941). S. 77-91. Lásd Hoff und Dahl : Grundl. des Walzverfahrens. 142. old.

26. *Alder, I. F. and Phillips, V. A.* : The Effect of Strain Rate and Temperature on the Resistance of Aluminium, Copper and Steel to Compression. *Journal of the Institute of Metals*. 1954—55. Vol. 83. 80—86. old.
27. *Tafel, W.* : Das Greifen der Walzen. *Stahl und Eisen*. 41 (1921). S. 962—963.
28. *Tafel, W. und Schneider, E.* : Das Greifen der Walzen bei veränderlicher Walzgeschwindigkeit. *Stahl und Eisen* 44 (1924). S. 305—309.
29. *Ekelund, S.* : Einige dynamische Erscheinungen beim Walzen. *Jerkont. Ann.* 111 (1927). S. 39—97.
29. *Ekelund, S.* : Einige dynamische Erscheinungen beim Walzen. *Jerkont. Ann.* 111 (1927). S. 39—97.
30. *Emicke, O. und Lucas, K. H.* : Grundlegende Untersuchungen usw. *Z. f. Metallkunde* 1942. S. 25/28. und 48, 58.
31. *Geleji A.* : Kohógéptan. Tankönyvkiadó, Budapest, 1954. 21—33. old.
32. *Geleji A.* : Kohógéptan, Tankönyvkiadó, Budapest, 1954. 253. old.
33. *Herrmann, M.* : Gépelemek, Németh József kiadása, Budapest, 1923. 309. old.
34. *Tafel, W.* : Walzen und Walzen-Kalibrieren. Verl. Ruhfuss. Dortmund, 1923. 209—226. old.
35. *Geleji A.* : Kohógéptan, Tankönyvkiadó, Budapest, 1954. 39. old.



ACÉLIPARUNK HŐENERGIA-GAZDÁLKODÁSÁNAK FELADATAI*

FONÓ ALBERT lev. tag

1.

Vas- és acéliparunk az ország legnagyobb tüzelőanyag-fogyasztóihoz tartozik. Fogyasztásuk az ország összes fogyasztásának mintegy 13%-a.

Szeretném megvilágítani, hogy evvel a nagy mennyiségű tüzelőanyaggal hogyan gazdálkodunk, és milyen lehetőségek látszanak ennek a gazdálkodásnak a megjavítására. Nagy megtakarítási lehetőségek vannak. Kötelességemnek tartom, hogy ezekre minden alkalommal felhívjam a figyelmet.

A kohóipar nagy tüzelőanyagfogyasztói a nyersvasat termelő nagyolvasztó, az acélt gyártó kemencék, és ezek között elsősorban a Siemens-Martin-kemence, másodmelegítő kemencék, kúpolók, a koksoló- és gázgenerátorüzem, villamos energiatermelés, ipari gőzszolgáltatás és helyiségfűtés.

Mindezen fogyasztásban lehet hőenergiát megtakarítani jó munkára neveléssel, rendszeres karbantartással, szervezéssel, szakszerű ellenőrzéssel és javítást biztosító beruházásokkal. A következőkben csak az utóbbiakkal, a műszaki megoldásokkal foglalkozom, és ezen belül főleg a nagyolvasztó és a Martin-kemence hőgazdálkodásával.

Sorra veszem a jellegzetes veszteségeket, egyenként becslöm azok jelentőségét, tárgyalom a megtakarítás lehetőségeit. Evvel kapcsolatban módomban lesz olyan eljárásokra rámutatni, amelyek már beváltak és amelyek várhatólag a közel jövőben megvalósulnak, olyanokra, amelyekkel foglalkoznak és eredményei biztatók, és újszerű megoldásokra, amelyek még kutatási munkát kívánnak. Ilyenek ismertetésével a kutatási munkát szeretném előmozdítani. Ezekkel a távlati fejlesztésre vonatkozó gondolataimat ismertetem, hogy kijelölhessem azokat a megtakarításokat, amelyekre törekednünk kell.

Tájékoztatásul előrebocsátom, hogy a bevitt hőmennyiségnek durva becslés szerint kb. a felét elveszítjük, és ennek a veszteségnek mintegy felét idővel remélhetőleg meg lehet majd takarítani.

*Székfoglaló előadás 1955. május 25-én.

A hőgazdálkodást javító intézkedéseknek természetesen nem szabad hátrányosan befolyásolniuk a gyártási technológiát, a vas és az acél termelését. Alkalmazkodni kell adottságainkhoz, nyersanyagainkhoz, tehát elsősorban a rendelkezésre álló vasérchez és szénhez, a helyi viszonyokhoz és anyagi lehetőségeinkhez. Esetenként ezek korlátozzák vagy késleltetik a hőenergia-gazdálkodás javítását.

2. Nagyolvasztó

A vaskohászat első feladata a rendelkezésre álló vasérből megfelelő nyersvasat előállítani. Magyarországon jelenleg a vasércet kizárólag nagyolvasztóban kohósítják külföldről behozott darabos kohókokszt felhasználásával. A kohóból nyersvason kívül kohógázt is kapunk, amelynek kisebb részét az égést tápláló fűvólevegő hevítésére hasznosítják, míg a többi egyéb célra rendelkezésre áll. A kohón kívül hasznosítandó kohógáz fűtőértéke a bevitt kokszt fűtőértékének több mint 40%-a. Ennek az egyéb célra hasznosítandó kohógáznak a termelését veszteségmentesnek és hasznosnak számítva, a megmaradó hőmennyiségből, jó karban levő kohónál kb. 80%-ot hasznosít a nagyolvasztó a feladott anyagok szárítására, hevítésére, olvasztására, és az olvasztóban végbemenő endotermikus és exotermikus reakciók hőszükségleti különbségének a fedezésére. A többi kb. 20% veszteség, amelynek egy részét a kohó falazatát és szerelvényeit hűtő víz viszi el.

*Jókarban levő közepes nagyságú nagyolvasztó tájékoztató hőmérlege**

Hasznos hő 1 t nyersvas termelésére vonatkoztatva

Az adagolt elegy szárítása és hevítése	0,24 · 10 ⁶ kcal	
Éreredukálás	1,79	
Szénoldás a vasba	0,35	
Vas- és salakolvasztás	0,63	
	3,01	79,0%
<i>Veszteségek</i>		
A falazaton és szerelvényeken átadott hő	0,32	8,3%
Kohógáz mosóvíznek átadott	0,24	6,3%
Különféle és mérési hiba	0,25	6,4%
	3,82	100,0%

*Az »Anhaltzahlen für die Wärmewirtschaft, insbesondere auf Eisenhüttenwerken«, Düsseldorf, 1947. adatai és példája alapján.

	3,82	100%
Termelt kohógáz	3,272	
Saját célra használt	0,611	2,66
Az elhasznált koksz fűtőértéke	6,48	$\cdot 10^6$ kcal/t

A falazat fokozatos elvékonyodásával a falazaton átadott hőmennyiség lényegesen, többszörösére nő.

A nagyolvasztó veszteségei aránylag kicsinyek, mert a távozó égéstermék a süllyedő elegyoszloppal szemben áramlik és átadja annak hőtartalma egy részét, mert az égéstermék kohógáz, amelynek a fűtőértékét a hőmérlegben levontuk a koksz fűtőértékéből, és mert a korszerű kohó nagy átmérője következtében a hűtő kerület a forró keresztmetszethez képest kicsi. Ha a hőmérleg helyett forintmérleget állítanánk fel, akkor a viszonyok lényegesen kedvezőtlenebbeknek mutatkoznának, mert a kohógáz fűtőértékének a kalóriája kb. fele annyit ér, mint a darabos kohókokszé; ezenkívül az előbbi magyar barnaszénnel, illetve abból előállított generátorgázzal pótolható, míg a kokszot külföldről hozzuk be.

3. Siemens-Martin-kemence

Nyersvasból szénacélt Magyarországon kizárólag Siemens-Martin kemencében készítenek, főleg folyós nyersvas betétből. A folyós betéttel dolgozó Martin-kemencében a nyersvasból kiégetik a széntartalom nagy részét és eltávolítják a szennyező anyagokat. A szénben szegényebb acél magasabb olvadáspontjának megfelelően a folyós acél magasabb hőmérsékleten távozik, mint a bevitt folyós nyersvas hőmérséklete. Hasznos az a hőmennyiség, amely a hőmérséklet növelését okozza, és amely a salakképző anyagok beolvasztásához szükséges. A Martin-kemencében végbemenő exotermikus és endotermikus reakciók a legtöbb esetben közel egyensúlyban vannak. A reakciók magas hőfokon mennek végbe. A kemencében mindenütt ezt a magas hőmérsékletet kell fenntartani, tehát a füstgázok a kemencéből is nagyon magas, 1700 C° körüli hőfokkal távoznak. A Siemens-Martin regeneratív eljárásnál a kemencéből távozó forró füstgázok átadják hőtartalmuk nagy részét a regenerátorban az égést tápláló levegőnek és gáztüzelésnél a fűtőgáznak.

A füstgázok a regenerátorban kb. 500 C°-ig lehűlnek és a kémény felé távoznak. A regenerátoros Siemens-Martin-kemence, a következő tájékoztató hőmérleg szerint, csak kb. 10%-át hasznosítja a bevitt hőmennyiségnek, a többi veszteség. A veszteségből közel 50% a falazattól és a szerelvényektől elvitt hő, és kb. 40% a füstgáz hőveszteség.

Folyósbetéttel dolgozó Siemens-Martin-kemence hőmérlege (Szemenyenko könyvének adatai alapján) 1 t acél előállítására vonatkoztatva :

Hasznos hő

Az acél és a salak hőtartalom többlete a folyós vas és a hozaganyagok hőtartalmán felül ...	0,156 · 10 ⁶ kcal	14,2 %
Az exoterm reakciók többlet hőszolgáltatása az endoterm reakciók fogyasztásán felül	0,035	3,2%
Marad	0,121	11,0%

Veszteség

Hőelvezetés hűtővízzel	0,22	20,0%
Hőelvezetés a környező levegővel	0,319	29,0%
Füstgázvesztesség	0,44	40,0%
	1,1 · 10 ⁶ kcal/t	100 %

A nagyolvasztó és a Siemens-Martin-kemence hővesztéseire azért mutat-
tam rá, mert ezek a legnagyobb hőfogyasztó egységek, és meg akartam vilá-
gítani a hővesztések közötti nagy eltérést. Hővesztések szempontjából ez a
két kemencefajta szélső értéket fejez ki. A kettő között helyezkednek el a többi
kemencék főleg aszerint, hogy azokban milyen magas hőmérsékletet kell fenntartani és mennyiben van lehetőség az ellenáram előnyeinek a kihasználására.

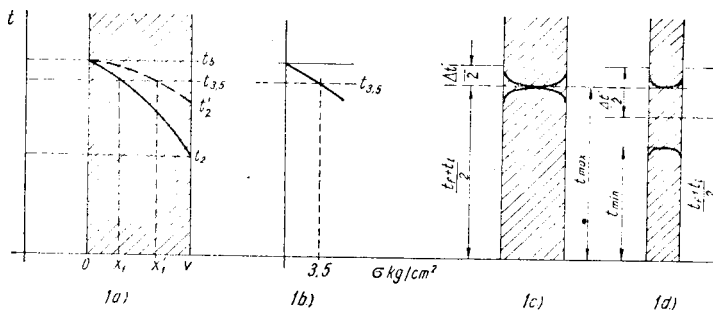
4. A veszteségek oka

A Siemens-Martin-kemence nagy hővesztésének az a magyarázata, hogy
a kemencében olyan magas hőmérsékletet kell fenntartani, amelyen a rendelke-
zésünkre álló tűzálló anyagoknak már nincs szilárdsága. Erélyes külső hűtésre
van szükség ahhoz, hogy a falon keresztül nagy legyen a hőmérsékletcsökkenés
és hogy ezzel a tűzálló fal, még elég vastag külső hidegebb részének a szilárdsága
viselje a mechanikai igénybevételt. A legtöbb tűzálló anyag vezetőképessége nő
a hőmérséklettel, a hőmérsékleti gradiens kb. lineárisan nő a hőmérséklettel és a
hőmérséklet a falvastagság mentén parabolikushoz hasonlóan változik. A belső
tér magas hőmérsékleténél tehát nagy az elvonandó hőmennyiség, hogy a fal
szilárdsága tűrhető legyen. Az elvont nagy hőmennyiséget hőbevezetéssel,
tüzelőanyag elégetéssel kell pótolni.

A füstgázok a regenerátort magas, 500 C° körüli hőmérsékleten hagyják el,
további hővesztést okozva. Ennek okait és az elmondottakat megvilágítják
az 1. ábrában feltüntetett összefüggések. Az 1a ábrán vázlatosan fel van tün-
tetve a hőmérséklet változása a kemence falvastagság mentén; teljes vonallal
erélyes hűtésnél és szaggatott vonallal kevésbé erélyesnél. Az 1b diagram a
t hőmérséklet és a tűzálló anyag σ_0 nyomási szilárdsága közötti összefüggést

mutatja. A kemence belsejében $x = 0$ helyen t_b C°-nál a falnak nincsen mérhető szilárdsága $\sigma_0 = 0$. Tűzállóanyag igénybevétele a gyakorlat szerint csak $\sigma_0 = 3,5$ kg/cm² érték felett lehetséges; $t_{3,5}$ -tel jelölöm azt a hőmérsékletet, amelyen a tűzállóanyag 3,5 kg/cm² igénybevétel hatására összeroppan. A kemence falának a belső felületétől mért x_1 távolságban van $t_{3,5}$ C° hőfok erélyes hűtésnél és x_1^1 távolságban kevésbé erélyesnél. A hordképes falrész az első esetben $v - x_1$, a másodikban $v - x_1^1$ vastag.

A regenerátor rácsanyagában a hő felfűtéskor az anyag belseje felé áramlik, míg hőleadáskor visszafelé. Ha az átváltási idő a rácselemek vastagságához viszonyítva kicsi, akkor az 1c ábra szerint a rácsanyag belsejében a hőmérséklet állandó és a hőt leadó füstgáz t_f és a hőt átvevő levegő t_1 hőmérsékleteinek



1. ábra

közéértéke: $\frac{t_f + t_1}{2}$. A rácsanyag hőfoka szilárdsági okból kisebb a $\sigma_0 = 3,5$

kg/cm² igénybevétel határértéknek megfelelő $t_{3,5}$ C°-nál $\frac{t_f + t_1}{2} \leq 3,5$. Ha a kemencében a boltozat t_b C° és a rácskamrában $t_{3,5}$ C° a hőmérséklet, akkor a hülönbség $t_b - t_{3,5}$. Ha a távozó füstgáz hőmérséklete t_f , kb. egyenlő a boltozat hőfokával, $t_b - t_{3,5} = t_f - \frac{t_f + t_1}{2} = \frac{t_f - t_1}{2}$ -vel, azaz $t_f - t_1 = 2(t_b - t_{3,5})$.

Eszerint a regenerátor forró végén a hőt leadó és hőt felvevő közegek hőfokkülönbsége nem kisebb, mint $2(t_b - t_{3,5})$. A szokásos tűzálló anyagoknál $t_b = 1770$ C°, míg $t_{3,5} = 1530$ C°, tehát $2(t_b - t_{3,5}) = 480$ C° = $t_f - t_1 = \Delta t$ a minimális hőfokrés a regenerátor forró végén. Ha a rácstégla az átváltási időközkhöz viszonyítva a rácsanyag jobb kihasználása végett vékonyabb, akkor annak belsejében nem állandó a hőmérséklet, hanem 1d ábra szerint t_{\min} és t_{\max} között változik. Ez esetben az átlagos hőmérséklet még alacsonyabb $t_{3,5}$ C°-nál, tehát nagyobb a hőfokrés a fenti 480 C°-nál. A hőfokrés a regenerátor mentén nem csökken és alig változik, tehát a hideg végén a távozó füstgáz hőmérséklete legalább evvel a 480 C°-kal magasabb a környező levegő hőmérsékleténél, ha útközben nem lép be hamis levegő. A regenerátorból távozó forró füst-

gázok hőtartalma tehát nem vezethető vissza a kemencébe. Ennek a hőnek az értékesítésére más helyet kell keresni.

5. A veszteségek csökkentésének módja

A hőveszteségeket, ha a hő alacsony hőfokszinten jelentkezik, akkor csak esetenként lehet gazdaságosan értékesíteni pl. vízmelegítésre, fűtésre. Kb. 400–450 C°-nál melegebb füstgázok hőjét már fel lehet használni pl. levegő előmelegítésére vagy villamos energia termelésére. Utóbbi célra a falazat és a szerelvények hűtésénél elvont hő is hasznosítható, ha vízzel való hűtés helyett elpárologtatással hűtő berendezést használunk.

51. Hővisszavezetés

Általában minden kemence távozó füstgázai hőjének legkedvezőbb hasznosítása a kemencébe való visszavezetés, az égésben résztvevő levegő és esetleg fűtőgáz előmelegítésével. Azért legkedvezőbb, mert a kemence hőszükséglete egyidejű a távozó füstgáz hőfölségével és mert hosszabb vezetékek nélkül és egyetlen hőcserélővel, lehetőleg rekuperátorral, esetleg regenerátorral megoldható.

52. Villamosenergia-termelés

Ahol a hővisszavezetés nem lehetséges, mint pl. Siemens-Martin-kemence regenerátora után, ott indokolt villamos energiát termelni a felhasználható hővel, és a villamos energiát nagy, pl. országos elosztó hálózatba szolgáltatni. Nagy elosztó hálózat mindenkor tudja hasznosítani a betáplált energiát, amely tüzelőanyagfogyasztás nélkül olcsón termelhető, nem zavarja azt az egyenlőtlen energiaszolgáltatás, és gyakorlatilag korlátlan felvevő képessége.

Villamos energia termelés elsősorban gőztermelés útján jön szóba, füstgázkazánnal és gőzt termelő hűtő szerelvényekben előállított gőzzel.

Füstgázhő hasznosítására sűrített levegővel dolgozó körfolyamatot is javasoltak. Ennél a füstgáz hevíti a sűrített levegőt, amely ezután légturbinában munkát végez, majd még melegen és némi túlnyomással áramlik a kemence felé, mint előmelegített égést tápláló levegő. A légturbina hajtja a légsűrítőt és egy áramtermelőt, amely a termelt energiátöbblettel villamos áramot állít elő. Ez nem tekintve, hogy valószínűleg drágább lenne a gőzmegoldásnál, nem biztosítja azt, — a továbbiakban igazolandó — előnyt, hogy vele szerelvényhűtéstől származó hő is értékesíteni lehessen.

6. Füstgázhő hasznosítása

Miután a mondottak szerint a füstgázhőt elsősorban a kemencébe indokolt visszavezetni regenerátorral vagy rekuperátorral, ennek lehetőségeit kell megvizsgálni. Regenerátorok főleg Siemens-Martin-kemencéknél az országban sok példányban működnek. Az átváltásokkal kapcsolatos kellemetlenségeket, a tömítetlenségi bajokat, a szállópor lerakódás okozta zavarokat az üzemek megszokták, és az üzemeltetésre berendezkedtek. Rekuperátor — bár csak kisebb hőfokon alkalmas, de itt látszólag sokkal nyugodtabb, egyszerűbb üzemet biztosít, — kevés található üzemekben. Ennek leglényegesebb oka a hőátadó felületek számára szükséges megfelelő anyag hiánya. Olyan anyagra van szükség, amelynek jó hővezető képessége mellett magas hőmérsékleten kellő szilárdsága van és korrózióval szemben ellenálló. A tüzeléseinknél a legtöbb esetben a füstgázoknak nagy a kéntartalma, tehát elsősorban SO_2 és SO_3 -dal szemben ellenálló anyagra van szükség, a füstgázoldalon előforduló 900—1000 C° hőmérsékleten, ami rekuperátoroknál a füstgáz belépésénél elő szokott fordulni. Acéllemez és acél csőanyag megfelelően ötvözött kivitelben megfelelne. Szénacéllal felületi kezeléssel kísérletezünk, de még nem befejezett eredménnyel. Kerámiái anyaggal, szilíciumkarbid alapanyaggal külföldön már elég jó eredményeket értek el, evvel is kísérleteznünk kell.

A rekuperátorok szállóporra is érzékenyek. Ez nagy áramlási sebességnél erózióra vezet.

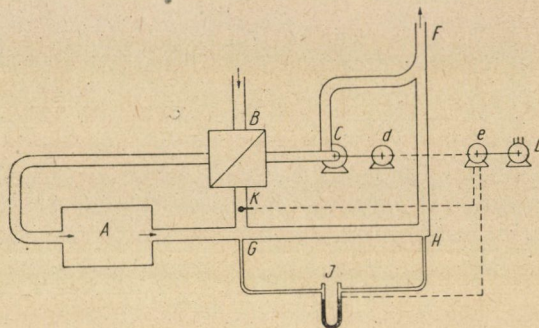
Előlegesen a ma már rendelkezésre álló anyagokkal rekuperátorokat csak alacsonyabb hőmérséklet számára építünk. A kemence üzemének természetéből kifolyólag számítani kell avval, hogy a füstgáz hőmérséklete időnként sokkal magasabb. Ilyen hőmérséklet veszélyezteti a rekuperátor épségét. Átégés veszélye ellen ilyenkor lehűtik a füstgázokat hideg levegő bevezetéssel.

A levegőbevezetés, ha az égéstermékek között éghető gázok vannak, utóégést és túlhevülést okozhat. A túlságosan forró füstgázok elterelése a rekuperátortól nagyon magas hőmérsékletnek kitett, nagyon kényes szerkezetű, erélyesen hűtött elzáró elemek gyors működését kívánja. Ennek megbízható megoldása nem sikerült. Az átégési veszély egyik fő oka a rekuperátorokkal szemben jelentkező bizalmatlanságnak és akadály a terjedésének. Hőgazdálkodásunk érdekében módot kell találni ennek a bajnak a meggátlására.

61. Rekuperátor védelem

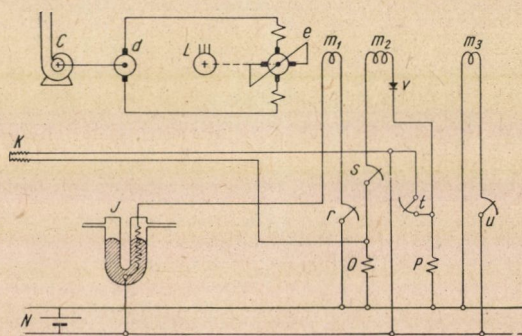
A rekuperátort átégés ellen biztosító kívánatos megoldás a füstgázokat eltereli a rekuperátortól idővesztés nélkül, mihelyt hőmérsékletük a megengedhető értéket túlhaladja. Olyan megoldást kell keresni, amelyben nincsenek kényes, magas hőmérsékletnek kitett elzáró elemek, amelyek működtetéséhez még mechanikai hajtásnál is aránylag hosszú idő szükséges.

A feladat megoldását célzó egyik javaslat szerint a füstgázt ventilátor szívja ki a rekuperátoron keresztül. Ha a füstgáz túl meleg, akkor a ventilátor kevesebb füstgázt szív keresztül, míg a többi egy, a rekuperátorral párhuzamosan elágaztatott kéményen át távozik. Annak biztosítására, hogy rendes üzemben a rekuperátor-elágazás és a kémény között áramlás ne legyen, a két elágazási pont között azonos nyomást létesítünk a ventilátor fordulatszámának szabályozásával.



2. ábra

A 2. ábra szerint a *B* rekuperátoron keresztül a füstgázt elszívó *C* ventilátort hajtó *d* egyenáramú elektromotor *e* amplidin dinamótól kap olyan feszültséget, amelynél a ventilátor fordulatszámának megfelelő huzat a füstcsatorna rekupe-



3. ábra

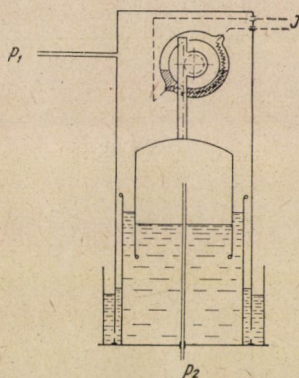
rátor felé vezető *G* elágazásánál azonos nyomást biztosít a kémény alatti *H* pontban levő nyomással. Ha nincs nyomáskülönbség, akkor nincs áramlás.

A nyomáskülönbséget vázlatosan *U* csőnek rajzolt *J* elem méri és az befolyásolja az amplidin dinamó feszültségét. Ha a rekuperátor hőátadó felülete túl forró, amit a *K* hőfok adó elem mér, akkor ez ad impulzust az *e* amplidin dinamónak feszültség csökkentésre, aminek következtében a ventilátorral fenntartott

huzat csökken és a kémény szívja el a füstgázt. Az F kémény állandóan meleg, miután a füstgázok a rekuperátorból azon távoznak és átkapcsolás után gyorsan erősebben felmelegszik és növeli a huzatot.

A villamos kapcsolást a 3. ábra mutatja. Az amplidin m_3 alaperjesztő tekercsén kívül m_1 tekercs a huzatkülönbséggel változó ellenállás hatása alatt van. m_2 tekercsen akkor folyik legerjesztő áram, ha a K hőérzékeny ellenállás egy beállított értéket túllép.

A higanytöltésű U csőnek jelzett nyomáskülönbséget adó és villamos ellenállást változtató elem nagyon érzékeny készülék kell hogy legyen. Nem jöhet szóba a higanytöltésű U cső, mert 1 mm higanyoszlop különbségnek kb. 14 m/mp áramlási sebesség felelne meg. Van azonban 1/100 mm vízoszlopra érzékeny elem,



4. ábra

amely 0,4 m/mp-re pontosan állíthatja be az áramlási sebességet. Ilyen a 4. ábrán bemutatott nyomáskülönbségmérő úszóharang. Ez belső túlnyomás hatására addig emelkedik fel, amíg a keresztmetszet területére ható nyomás egyenlővé válik a hengerpalást falának vízből való kiemelkedése következtében csökkent felhajtó erővel. Miután a belső keresztmetszet terület százszorosa lehet a palástfal keresztmetszetének, a harang elmozdulása kb. százszorosa lehet a vízoszlopban mért nyomáskülönbségnek. A harang mozgását egy teljesen kiegyensúlyozott körcsőnek adja át, amelyben levő higany a benne elhelyezett ellenállás szálát helyzetének megfelelő mértékben zárja rövidre.

Megemlítendő, hogy a berendezés minden eleme belföldön gyártható.

A leírt megoldás füstgázt szívó ventilátort feltételez. Ez ma még sok helyen hiányzik, mert a füstgáz olyan magas hőmérsékleten távozik a kéménybe, hogy a kéményhuzat elegendő. Nem szabad azonban belenyugodni abba, hogy a kéményen forró füstgázok távozzanak, és ha rekuperátor után még magas a füstgáz hőfoka, akkor annak hőtartalma hasznosítását meg kell oldani pl. füstgázkazán beépítésével.

7. Hűtővízzel és levegővel elvitt hő

Magas hőmérsékleten működő kemencék falát és szerelvényeit erélyesen kell hűteni. A hűtéssel elvitt hőt lehetőleg hasznosítani kell. Erélyesen hűtendő falrészeket és szerelvényeket áramló vízzel szokás hűteni. A vízhűtés nagy szivattyúzási munkán kívül sok gondot okoz. Frissvíz hűtésnél, még ha csak néhány fok felmelegedést engednek is meg, iszaplerakódás és vízkőképződés rontja a hőátadást, és ez könnyen a hűtőelem átégésére vezet. Visszahűtött víznél, ha nem tökéletes a lágyítás, hasonlók a tapasztalatok. Emellett a vízlágyítási költség is elég nagy, és végül sok helyütt a vízbeszerzés is nehéz.

71. Elpárolgatásos hűtés

A vízhűtéssel kapcsolatos nehézségek kiküszöbölésére térnek át a gőztermeléssel való hőelvonásra, tökéletesen lágyított vagy kondenzvizet táplálva a hűtőelemekbe. Evvel a hűtőfelületek hőmérséklete megnövekedik a forráspontéra. A tapasztalatok nagyon kedvezők. A bár magasabb, de állandó hőmérséklet üzembiztosabb, átégési veszély nincs. Hűtés szempontjából a kemencetér magas hőmérséklete mellett a hűtőközeg hőmérsékletének 100–200 C°-kal való növelése az elvont hőmennyiséget nem csökkenti lényegesen. Pl. 1700° belső hőmérsékleten 200 C°-kal melegebb hűtőközeg csak kb. 14%-kal kevesebb hőelvonást okoz. Ezzel a pl. 200 C° hőemelkedéssel szemben a nyers frissvízzel való hűtésnél jelentkező viszonyokra példaképpen egy megfigyelésemre mutatok. Vas hűtőszerelvénnyben nagy vízmennyiséget keringtetve, alig melegedett fel a víz, mégis keletkezett vízkő. A vízkő a hűtőszerelvénny hőmérsékletváltozásai hatására időnként lepattogzott és hetek alatt a hűtendő felületet borító hőszigetelő réteget alkotott. Alatta az izzó vas szerelvényfal a vizet elpárolgattatta és felhevítette olyan magas hőfokig, amelyen a vízgőz már szétesik hidrogénre és oxigénre. Az oxigén az izzó vassal vasoxid réteget alkotott, amely úgy, mint a vízkő, időszakos lehűléskor lepattogzott. A vasfal rohamosan elvékonyodott, amíg teljesen át nem égett. A vízgőz széteséséhez szükséges hőmérséklet 800–900 C°. A jelenség lefolyását a tönkrement szerelvénnyben talált vízkőlemezekből és vasoxidlapokból lehetett megállapítani. Ilyenhez hasonló tapasztalatok vezettek az elpárolgató hűtéshez.

A hűtőfelületen termelt gőzt lehet és kell hasznosítani, lehetőleg villamos energia termelésre. Energia termelésre lehetőleg a legnagyobb nyomású és hőmérsékletű gőzt kell termelni, illetve ahol van a közelben erőmű, olyan nyomású és hőfokú gőzt, amilyent ott energiatermelésre lehet használni. A jelenlegi külföldi gyakorlat szerint 50 at az így termelhető gőz legnagyobb nyomása. A túlhevítést külön kell megoldani, hasonlóan a víz előmelegítését is. Az 50 at

telített gőz hőfoka $263\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ez a mondottak és a már rendelkezésre álló tapasztalatok szerint nem hátrányos.

A hűtőszerelvényekből elvitt hő teljes egészében gőzt termel, szemben a füstgázhőt hasznosító berendezéssel, amely legalább a kéményvesztéssel kevesebbet hasznosít. A szerelvényhűtő kazán mentes a füstgázkazánál megoldandó szállópor eltávolítási gondoktól. Ezek hatása alatt vannak helyek, ahol elpárologtató szerelvényhűtést még ott is bevezettek, ahol nincsen füstgázkazán. Füstgázkazánal egyesített üzem különös előnyeire még visszatérek.

72. Boltozathűtés

A kemence falazatán és szerelvényein távozó hő nagyobb részét a környező levegő viszi el. Nagy felületek és magas belső hőmérséklet következtében konvekcióval és sugárzással sok hő távozik mesterséges hűtés nélkül is. Kívánatos ezt a hőt is részben hasznosítani. A legmagasabb hőfoknak kitett és kényes kemenceboltozat pl. Siemens-Martin-kemence belső felületén elérheti a tűzállóanyag folyáshatárát. Ha ezt kívül erélyesen hűtenők, mesterséges hőelvonással, akkor a boltozatanyag átlagos szilárdsága is nagyobb lenne. A boltozat külső felülete mentén hűtőlevegőt vezetve, a boltozatot hűtve, hasznosítható meleg levegőt kaphatnánk. Ezt a levegőt a kemencébe visszavihetjük a regenerátor előtt. Miután a regenerátorban az elmondottak szerint a levegőt nem lehet magasabb hőfokra felhevíteni, a regenerátort rövidebbre kell méretezni, aminek az a következménye, hogy a füstgáz a regenerátorból melegebben távozik. Ott, ahol van füstgázhő hasznosító kazán, ez nem hátrány. A boltozathűtésnél elvont hőnek megfelelően növekedni fog a gőztermelés a füstgázkazánban.

73. Kilángolás és hideg levegő belépése

A környező levegővel elvitt hőhöz tartozik a kemence ajtókon való kilángolásnál kilépő, égéstermékkel és abban levő éghető anyagokkal elvesző hőmennyiség. Ahol belső túlnyomás van, ott nemcsak nyitott ajtón, hanem résen keresztül is kilép füstgáz. Ahol belső depresszió van, ott külső hideg levegő lép be és ugyancsak veszteséget okoz. A belépő hideg levegő lehűti a hevítendő fűrdőt vagy darabokat. Ezeket a veszteségeket elkerülni nem lehet, de kívánatos azokat minimumra korlátozni. Ahol a belső tér nyomása pontosan egyezik a külső nyomással, ott nincs sem kilángolás, sem levegőbelépés. A kemencében uralkodó magas hőmérséklet következtében a kiegyenlített nyomású hely fölött túlnyomás van, alatta depresszió. Martin-kemencében, ahol az ajtó mögött kb. $1800\text{ }^{\circ}\text{C}$ a hőmérséklet, 1 m magasságkülönbség a kiegyenlített övezetbe képest

kereken 1 mm v. o. nyomáskülönbséget okoz. Ezen a helyen a gáz kilépési sebessége már kb. 10 m/mp és a hideg levegő belépési sebessége ugyanolyan távolságban kb. 4 m/mp.

Ahhoz, hogy a veszteséget minimumra csökkentsük, értékelni kell a kilángolási veszteséget és a hideg levegő belépési veszteségeket, ezenkívül olyan berendezésről kell gondoskodni, amellyel a kiegyenlített övezet helyét pontosan beállítva tarthatjuk.

A gázok a lángnak a tűzfejnél való indulása helyétől a lehúzó fejjig égnak és hőt veszítenek. Az ajtó vagy tömítetlenségi hely távolsága szabja meg a kilángoló füstgáz hőértékét. Ha pl. 3% CO és 3% H₂-tartalmú, 1800 C° hőmérsékletű füstgáz távozik, akkor ez kb. 740 kcal/Nm³ összes veszteséget okoz. Ha depresszió hatása alatt hideg levegő lép be, akkor ez azontúl, hogy a belépés helyén lehűti a fürdőt, vagy a hevítendő anyagot, azzal okoz veszteséget, hogy ez a belépő levegő nincs előmelegítve. Ha a regenerátorban előmelegített levegő lépett volna be pl. 1250 C fokon, akkor az kb. 380 kcal/Nm³ megtakarítást okozott volna. Ennek a hiánya a veszteség. A belépő hideg levegő mennyiségét a tűzfejnél bebocsátott levegőmennyiség szabályozásával figyelembe vehetjük, hogy elkerüljük a túlságos légfelesleget, de a veszteség pótlására több hőt kell bevinni a kemencébe. A lehúzó fejen távozó füstgáz hőfoka ez esetben változatlan marad. A kisebb mennyiségű levegő a regenerátorban valamivel magasabb hőfokra melegszik, ami ezt a 380 kcal/Nm³ veszteséget némileg csökkenti. Ha pl. ennek 1/4 része visszatérül, akkor a hideg levegő belépés okozta veszteség kereken 280 kcal/Nm³. Ha a kemencében a hideg levegő belépése előtt már légfelesleg volt, akkor a belépési veszteség még nagyobb.

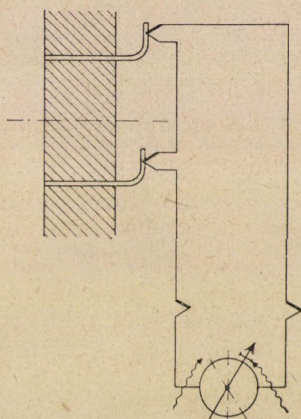
A kilángolási és hideg levegő belépési veszteség megítéléséhez a füstgáz, illetve levegő mennyiségét kell ismerni. Ha H magasságú ajtónyílást veszünk figyelembe, amelynek a kiegyenlített nyomású övezete az ajtó küszöbe fölött ismert h_0 magasságban van, akkor számíthatjuk a kiegyenlített nyomású öv fölött és alatt minden h magasságban az 1800 C fokú füstgázoszlop kémény hatása következtében keletkező nyomáskülönbséget és ezzel a $h^{1/2}$ -del arányos áramlási sebességet. A h magassággal változó sebességnek megfelelő differenciális dh magasságkülönbségen átáramló mennyiségeket integrálva, a kiegyenlített övezet alatti h_0 , illetve a felette levő $H - h_0$ magasságra h_0^3 , illetve $(H - h_0)^3$ -vel arányos ki-, illetve a beáramló mennyiséget kapunk.

A legkisebb összes veszteség a h_0 magasságban levő kiegyenlített nyomású övezetbe tartozó ki- és belépési veszteségek összege.

A minimum számítás eredménye szerint legkisebb a veszteség a felvett viszonyok mellett, ha a kiegyenlített nyomású öv a közép magasság táján van, nevezetesen ha $h_0 = \frac{H}{1,92}$. A veszteség legkisebb értéke pl. 1,1 m magas és 1 m széles ajtónyílásnál ez esetben kb. 522 kcal/mp. Ha gyártási okokból nem engedünk be hideg levegőt és a nyomást az ajtó legalján egyenlítjük ki, akkor a

veszteség 780 kcal/mp. Ha a mai szokás szerint 3 mm v. o. túlnyomást tartunk a kemenceboltozat alatt, akkor a kilángolási veszteség kb. 1300 kcal/mp.

Ha az üzem megkívánja, hogy az idő $\frac{1}{3}$ része alatt egy ajtó nyitva legyen, akkor óránként 1200 mp-cel számolva az utóbbi két esetben a veszteség kb. 936 000 kcal/ó-val szemben kb. 1 560 000 kcal/ó. Ez, ha pl. a kemence fogyasztása $15 \cdot 10^6$ kcal/ó, 4% fogyasztás különbséget jelent. Ez olyan nagy tétel, hogy ennek megnyerésével foglalkozni kell. Nyilvánvaló, hogy ha a hideg levegő belépést technológiai okokból el kell kerülni, akkor, ha nincs megbízható, az üzemviszonyokhoz azonnal alkalmazkodó érzékeny tűztér-nyomás szabályozó elem, a biztonság érdekében állandóan elég nagy túlnyomást kell tartani. Az ezzel járó veszteségek csökkenése azonban indokolja a megfelelő szabályozás költségeit.



5. ábra

A szabályozás lehetséges olyan elemmel, amely a kemencéknek kijelölt helyén nyomás egyenlőséget állít be a külső levegővel, a füstgázt szívó ventillátor befolyásolásával. A ventillátor befolyásolása fordulatszámának szabályozásával ugyanúgy lehetséges, mint a rekuperátornál ismertetett eljárásnál.

A fordulatszám szabályozására adóelem gyanánt két hőelempárt használhatunk, amelyek mindegyike egy, a falon átvezető kis furathoz csatlakozó csőbe van beépítve, és a csőben áramló levegő vagy gáz hőmérsékletével arányos feszültséget ad. Ha a fal két egymás fölötti furata közötti helyen nyomásegyenlőség van, akkor az egyikben belép a külső hideg levegő, a másikon kilép a forró füstgáz. Ha a két hőelem sorba van kapcsolva, akkor a két csőben levő hőfokösszeget méri, tehát helyes beállításnál a belső hőfokkal arányos feszültséget ad, míg ha a belső nyomás túl nagy, akkor mindkét csőben levő hőelem forró füstgázzal érintkezik és kétszeres feszültséget ad, végül ha túl kicsi a nyomás és mindkét csővecskén beáramlás van, akkor közel 0 feszültséget ad. A feszültség kontakt galvanométert befolyásol. Annak a vázolt három lehetséges helyzete van. Ha a kontakt galvanométer fordulatszám állító motort kapcsol, akkor a motor a galvano-

méter szélső állásának megfelelő értelemben jár addig, amíg a nyomásbeállítás megtörtént és a kontakt galvanométer mutatója középállásba ugrott. Rá kell mutatni, hogy a két furat közelítésével a beállítás pontossága tetszőlegesen fokozható.

Ha Martin-kemencében az ajtó legalján is egy minimális túlnyomást akarunk biztosítani, akkor a kiegyenlített nyomású helyet a lehúzó csatornában helyezhetjük el. Ez esetben átváltásnál a kontakt galvanométert is át kell váltani.

Az időszakonként nyitott ajtón kívül a tömítetlenségi helyeken és a fal-repedéseken is van állandóan ki- vagy beáramlás. Ezek csökkentése megfelelő szerkezetnél karbantartási feladat. Az ajtónyílás magasságának csökkentése és a nyitvatartás idejének minimumra szorítása természetesen hatékonyan csökkenti a veszteséget. Ez a sugárzási veszteséget is befolyásolja, amit más eszközzel nem lehet csökkenteni.

A szabályozásnál, illetve a kiegyenlített nyomású hely kiválasztásánál figyelembe kell venni, hogy a kemence mentén az áramlási ellenállásnak megfelelően is van nyomáskülönbség, ami néhány tized mm v. o. nagyságú eltérést okoz a kemence hossza mentén. Ennek figyelembevétele csak nagyon kevésbé befolyásolja az elérhető megtakarítást.

8. Siemens-Martin-kemence

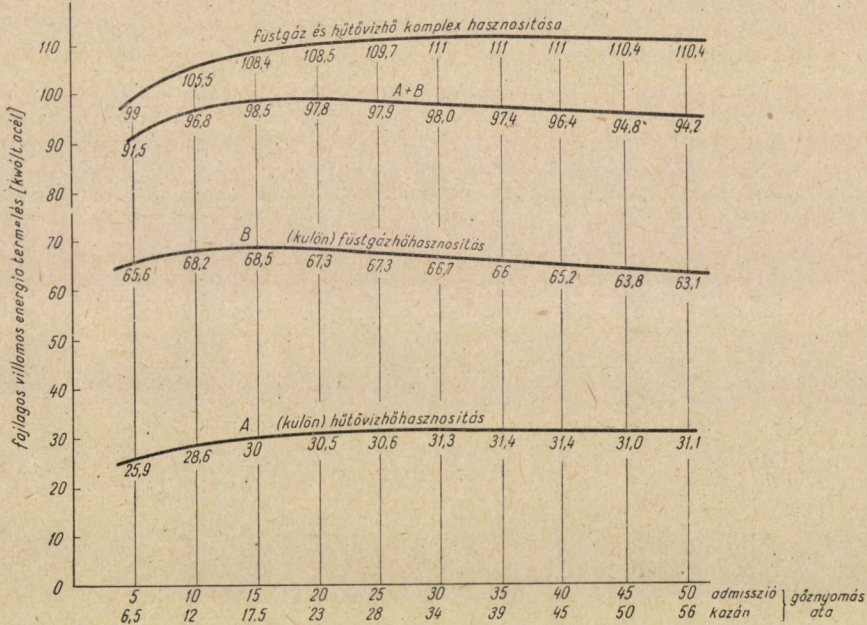
Az előzőekben rámutattam a Siemens-Martin-kemence nagy hővesztéseire, és azokat tárgyalva a regenerátorral visszavezethető hőmennyiség határolt voltára, valamint a füstgázkazán utána kapcsolásának szükségességére. Foglalkoztam a falazat és szerelvényhűtésnél az elpárologtató hűtés jelentőségével, a boltozathűtésnél elvonható hő hasznosításával és a kilángolási veszteség csökkentése kérdésével. Rá kell még azokra az előnyökre mutatni, amelyek egyesített füstgáz- és szerelvény-, illetve falazathűtésnél elvont hő hasznosításból származnak.

Vadas Zoltán munkatársam tanulmánya szerint egy, a gyakorlati viszonyoknak megfelelő példánál a füstgázok 520 C°-kal érkeznek a hőhasznosító kazánhoz. Különböző gőznyomásnál és 400 C°-ra való túlhevítést számítva, különböző hasznosítható teljesítményt kapunk. Növekvő gőznyomáson és evvel növekvő telítési hőmérsékleten csökken a füstgáz és a gőz közötti átlagos hőfokkülönbség és a füstgázból elvonható hőmennyiség, viszont nő a turbina admisszió nyomásával a teljesítmény. A vizsgált viszonyok mellett (1. a 6. ábrát) 15 at admisszió környékén lehet a legtöbb villamos energiát kapni. Ilyen üzemi viszonyoknál jól megfelel a füstesöves hőhasznosító kazán. Ezt már *Heller* akadémikus kimutatta.

Gőzt termelő hűtőszerelvényeknél a legnagyobb teljesítményt 35–40 at környékén kapjuk, ha a tápvizet a termelt gőzzel melegítjük fel a forráspontig. Itt a kemencetér magas hőfoka következtében a gőzhőmérséklet változásának nagyon kicsi a befolyása, viszont a nyomás növekedésével csökkenő rejtett hő

fokozza a termelt gőz mennyiségét. A gőzt közvetlen-tüzeléssel kell túlhevíteni, ami számításba van véve.

Füstgáz és szerelvényhűtő hő együttes hasznosításánál kb. 14%-kal több energiát lehet termelni, mint a két rendszerben külön-külön, miután ennél a füstgázkazán melegíti elő a szerelvény-hűtő kazán számára a tápvizet és hevíti túl a gőzt. Ezzel a füstgázból több hőt lehet elvonni, és az alacsonyabb hőfokon távozik. Az együttes hőhasznosításnál a legkedvezőbb admissziónyomás 30 és



6. ábra

40 at között van. Ez alkalmas kohászati erőművek számára. Ilyen üzennyomásra kazán gyanánt kényszerkeringésű La Monte-kazánt kell választani.

A Siemens-Martin-kemencénél a jelzett intézkedésekkel, nevezetesen egyesített füstgáz és falazat, illetve szerelvény-hűtő kazánal a veszteségeknek kb. 48%-a megnyerhető. A szerelvények hűtésével elvont hőmennyiséget az összes azokkal elvonható hőmennyiségnek 50%-ára becsülöm, figyelembevéve a már a gyakorlatban bevált hűtőelem szerkezeteket. Az egyesített füstgáz és hűtőkazán haszna :

- a 40% füstgázvesztésnek megtakarítható kb. 60%-a 24%
 - a vízhűtéssel elvont 20% hő felét hasznosítva 10%
 - az együttműködés következtében a 40% füstgázból 14%
nyerhető 5%
- Összesen kb. 39%

Boltozattól elvont hőhasznosítással megtakarítható legalább 5%, kilán-
golási veszteség korlátozással kb. 4%, összesen 48%.

Ezek a becsült értékek jókarbanlevő, jól működő kemencékre vonatkoz-
nak. Nagy légfeslesleggel dolgozó kemencéknél bizonyos határig, bár a százalékos
megtakarítás csökken, annak abszolút értéke nő. A beállítási hiba hatását a
füstgázkazán csökkenti.

9. Egyéb acélgyártási eljárások

A regenerátoros Siemens-Martin-kemence egyik, még nem tárgyalt hiba-
forrása az átváltó szerkezet. Ez azontúl, hogy tömítetlenség révén okoz veszte-
séget, egyrészt az átváltás után kis ideig az előmelegített levegő és fűtőgáz
helyett füstgáz áramlik vissza a kemencéhez, és a felhevített levegő és gáz a
kéménybe folyik vissza. Másrészt a kemencében a tűzfej egyúttal füstgáz leszívó
hely is, tehát nem képezhető ki tökéletes égő, emellett a tűzfej nagy hőmérséklet-
ingadozásoknak van alávetve, ami repedésekre vezet. Ezért keresik annak a
módját, miként lehetne a Martin-kemencét regenerátor helyett rekuperátorral
megoldani és egyirányú lánggal hőt bevinni. A ma rendelkezésre álló rekuperátor-
szerkezetek nem alkalmasak olyan magas hőfokú füstgázok felvételére, mint a
regenerátorok és nem is tudnak a regenerátorhoz hasonlóan magas hőfokra fel-
hevíteni. Az erre vonatkozó irodalmi adatok szerint folyamatban levő kísérletek
a rekuperátor elé iktatják be a füstgázkazánt és utána a rekuperátort, amelyből
már közvetlenül kéménybe vezethetők a füstgázok. Ahol evvel az előmelegítés
hőfoka nem lenne megfelelő, vagy nagyobb fűtőértékű tüzelőanyaggal, vagy a
levegőnek oxigénnel való dúsításával biztosítják a láng kívánt hőmérsékletét.

Vannak egyéb acélgyártási eljárások is. Az elektroacél-kemence a mi viszo-
nyaink között, kalorikus úton előállított villamos energiánál több hőt fogyaszt,
mint a Siemens-Martin-kemence, tehát csak ott használható, ahol az áru minő-
sége azt megköveteli. Az oxigénes gázzal és oxigénnel dúsított levegővel dolgozó
kemencékkel indokolt foglalkozni. Az oxigénes konverterrel való acélgyártást
nagyon kilátásosnak tartják. Ezek vizsgálata azonban már elsősorban techno-
lógiai feladat.

10. A kohóüzem veszteségei

A nagyolvasztó üzemének legnagyobb vesztesége a hűtőszerelvényeken
hűtővíznek és a környező levegőnek átadott hő. A szerelvények és a falhűtő-
lapok vízűtése feltétlenül, minden üzemszünet nélkül fenntartandó, mert
a hűtés kimaradása szerelvény-átégést és üzemszavarokat okoz, amelyek
nagyon súlyos következményűek is lehetnek. A mai gyakorlat szerint a hűtés

nagy mennyiségű vízzel történik, mégpedig vagy nyers friss vízzel, vagy lágyított és hűtőtoronyban visszahűtött vízzel. A hűtővíz áramlásának biztosítására lehetőleg magasan fekvő, nagy befogadóképességű tároló medencéket építenek. Ahol ez nem lehetséges, mélyebb szinten tárolnak vizet, és a keringés biztosítására több, egymástól független energiaforrásból táplált motorral hajtott szivattyúkkal végzik a vízszállítást. A villamos hajtómotorokat több, egymástól független áramforrásból táplálják az országos hálózatról és a saját erőműből, továbbá gondoskodnak mindenkor üzemképes forgó tartalék gőzturbina hajtásról az áramszolgáltatás teljes kimaradása esetére. A gőzszolgáltatás feltétlen biztosítása érdekében további sorozatos intézkedéseket tartanak szükségesnek, amelyek az áram kimaradásakor is biztosítják a kazánok üzemét.

II. Az energiaszolgáltatás folyamatossága

Az országos hálózat kiesésekor a saját erőműnek kell villamos energiát vagy legalább gőzt szolgáltatnia. Ha az országos hálózattal együtt a saját erőmű sem működik, akkor a gőzszolgáltatás biztosítására legalább a segédüzemek energiaellátásának kell zavartalannak lenni. Ahol erről nem történik gondoskodás, a saját erőmű is csak akkor indulhat újra, amikor az országos hálózatban újra megjelenik a feszültség. A szokásos megoldás független házi turbina, lehetőleg energiátároló berendezéssel, pl. Ruths-féle gőztárolóval, vagy villamos akkumulátortelepről táplált segédgépekkel azontúl, hogy a segédgépek egy részét gőzturbinával hajtják. Ott, ahol ilyen költséges berendezések nincsenek, kis beruházással meggátolható, hogy áramkimaradásakor az összes gépek megálljanak, illetve biztosítható az azonnali újraindítás egy indító gépcsoporttal.

III. Indító gépcsoport

A független indító gépcsoportot csökkentett, pl. $\frac{1}{3}$ periódusszámú és megfelelően csökkentett feszültségű áramot adó generátor és azonnal indítható belsőégésű motor, pl. benzinmotor alkotja. A gépcsoport úgy van méretezve, hogy egy kazán- és egy turbócsoporthoz segédgépeit indítani és csökkentett, pl. $\frac{1}{3}$ fordulatszámig gyorsítani tudja. Az ehhez szükséges energia, tehát a gépcsoport teljesítőképessége aránylag kicsi, mert a turbógépek hasznos teljesítménye a fordulatszám harmadik hatványával arányos és üresjárási munkájának csak egy része csökken lineárisan a fordulatszámmal. Indításkor erre a gépcsoportra átkapcsolva a segédgépeket, azok elindulnak és felgyorsulnak. Evvel együtt indul a kazán és a turbina. Mire a turbina generátora elérte az indító gépcsoport periódusszámát, arra átkapcsolva a segédgépeket, azok a turbínával együtt gyorsulnak fel tovább normális periódusszámig. 100–200 kW-os indító gépcsoporttal meg

lehet indítani egy nagy erőművet. Ilyen indításnál, porszéntüzelésű kazánoknál az olajbegyűjtő tüzelést kell használni. Ha az indítás nyomás nélküli kazánal történik, akkor a turbó-tápszivattyú is hasonlóan indítható. Ha nyomás alatt van a kazán, akkor ilyen megoldáshoz nyomás alatt tárolt tápvízre van szükség.

112. Tápvíz-tároló

Tápvizet üzennyomás alatt Kieselbach-tárolóban lehet tartalékolni. Ez a kazán fölött, magasban elhelyezett, nyomás alatt álló nagy tartály. Ennek elhelyezési és alátámasztási gondjain segít olyan megoldás, amelynél a tartály lent van elhelyezve és a kazánnyomásnál annyival nagyobb gőznyomás alatt van, hogy onnét a tápvíz a kazánodomba be tudjon folyni. A szükséges nagyobb gőznyomást túlhevített gőzzel való fűtéssel lehet biztosítani, hasonlóan, mint egyes gőzhűtőszerkezeteknél, ahol a túlhevített gőzt vivő cső adja át hőtartalma egy részét a víznek.

12. Kohófal- és szerelvényhűtés biztonságának és gazdaságosságának fokozása

Az erőmű üzembiztonságával a kohóhűtés fenntartásának fontossága miatt foglalkoztam.

Az olvasztó falazathűtése azért olyan fontos, mert a fal tűzálló anyagának szilárdsága az olvasztóban uralkodó 500 C°-tól 1400 C°-ig növekvő hőmérsékleten csökken, és a kohóban süllyedő elegyoszlop a falat koptatja. Nagyobb hőmérsékleten, csökkenő szilárdságnál ez a kopás gyorsabb. A fal hűtésére a falba épített vízűtős elemeket használnak. Mire a fal erősen megvékonyodott, a kopás következtében ezek a hűtőelemek, úgynevezett hűtőlapok a belső térrel érintkeznek. Ha a hűtés kimarad, ezek átégnek. Hasonlóan a szerelvények is átégnek, ha megszűnik a hűtővíz áramlása. De átégnek ezek a szerelvények vízáramlásnál is akkor, ha iszap- vagy vízkőlerakódás hőszigetelő hatása rontja a hűtést. Egyes szerelvényeken levő tisztító nyílások és időszakos takarítás nem szünteti meg az átégéseket.

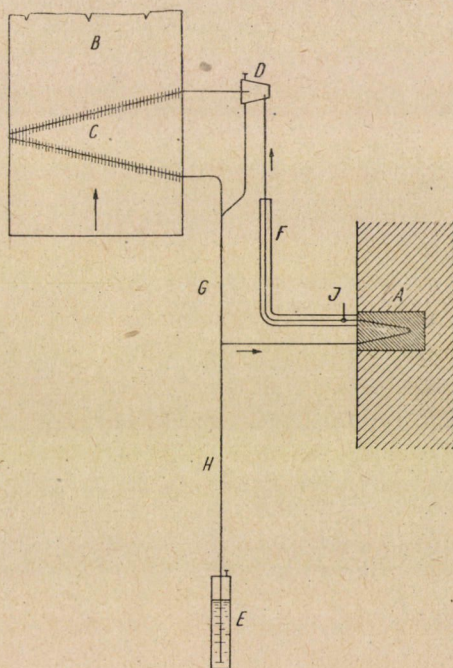
Ez a hűtési rendszer nagy szivattyúzási munkát, hűtőtornyos üzem költséges vízlágyítást kíván. Emellett sok helyütt a vízutánpótlás is gondot okoz, ennek a rendszernek nagy a beruházási költsége, karbantartási költsége, az átégésekkel kapcsolatos üzemzavarok következményein kívül. Kézenfekvő az a gondolat, hogy itt is elpárologtatással való hűtésről gondoskodjunk, úgy mint a Martin-kemence szerelvényeinél, és kívánatos, hogy az így termelhető gőzt villamos áramtermelésre hasznosítsuk. Ehhez feltétlenül mindenkor üzembiztos segédgépekre lenne szükség. Ennél az üzembiztonság fontosabb követelmény, mint a Martin-kemencéknél. Meggyőződésem, hogy ez is

megoldható lesz, és a segédgépek üzeme hasonlóan lesz biztosítható, mint a vízszivattyúk üzeme olyan kohóknál, amelyeknél nincs magasan fekvő víztartály. Ehhez meg kell majd oldani a hűtőszerelvények szerkezetét, amelyet Martin-szerelvény hűtésnél már megoldottak.

Előlegesen az üzembiztonság fokozását másként kell megoldanunk, ha az energia-gazdálkodás szempontjából kevesebb hasznot jelent is.

121. Elpárologtatással való hűtés, kondenzátorral

A vízhűtéssel kapcsolatos bajok megszüntethetők, ha a hűtőszerelvényekben vegyileg tiszta vizet párologtatunk el. A segédgépektől teljesen független



7. ábra

hűtés céljára a termelt gőzt magasabban fekvő kondenzátorban, amelyet a környező levegővel hűtünk, csapjuk le. A csapadék gravitációval folyik vissza a hűtőszerelvényhez. A hűtőlevegő áramlását kéménnyel biztosítjuk, amelybe beépítjük a kondenzátor elemeket. A kondenzátorban leadott hő fűti a kéményt. A javasolt, kísérletre előkészített berendezésnél a 7. ábra szerint elvi megoldásnál A hűtő elembe termelt gőzt a B kéménybe épített C kondenzátor csapja le.

A gőz a hőszigetelt F emelkedő csövön induláskor vízdugókat vihet magával, amelyek leválasztására D gőzvíz elválasztót közbeiktatjuk. A csapadék és a leválasztott víz G csövön folyik vissza a hűtőelemhez. A rendszer hidegen vegy-tizta vízzel teljesen meg van töltve. A gőzfejlődésnél kiszoruló víz felvételére E nyomáshatároló edény szolgál, amely H csővel van bekötve. Ebben nitrogén-párnát nyom össze az odaérkező víz, egyúttal meghatározva a telített gőz nyo-másával annak hőmérsékletét. Minden hűtőszerelvényhez külön kondenzátor rendszer tartozik. Ellenőrzésre az F gőznyomócsőre szerelt I hőmérő szolgál.

A kondenzátorelemeket a lehetséges legnagyobb terhelésre méretezzük. Középnagy kohónál kb. 250 ilyen hűtőelem van, amelyeknek a kondenzátorai 4 kéményben vannak elosztva. A legnagyobb terhelésre méretezett hűtőelemek hűtését szolgáló kéményben a huzatot biztosító és a kéményt fűtő hőmennyiség az elemek átlagos hőleadásától függ.

Miután a kondenzátor-elemeknek átadható hőmennyiség az áramló levegő sebességétől is függ, a maximális terhelésre való méretezés átlagos terhelésnél aránylag nagy kondenzátor-felületet ad. Ez csökkenthető, ha a kéményhuzatot a kémény levegőjének fűtésével, pl. felül beiktatott kohógázgővvel növeljük. Ez a hűtőrendszer a falazattól és a szerelvényektől elvont hőt kiviszi és egy kéményben a környező levegőnek adja át, teljesen önműködően, víz és energia felhasználás nélkül. Megtakarítja a számottevő szivattyúzási munkát és egyéb, már említett költségeket, de a hőenergiát nem hasznosítja.

122. Cowper fűtőlevegő előmelegítése

A hőhasznosítás egyik módja ilyen berendezéssel is megoldható. A kondenzátorokkal levegőnek átadott hőt, illetve az így előmelegített levegőt fel lehet használni a Cowper-fűtésnél bevezetett levegő előmelegítésére. Evvel kohógázt lehet megtakarítani. A hő ezen az úton visszakerül a kohóba. A Cowperhez vezethető hőmennyiség a levegő hőfokától, ez pedig a hűtőelemekben megengedett gőznyomástól és annak megfelelő hőfoktól függ. A szerelvényhűtés fontosságára tekintettel ennél a megoldásnál csak a Cowper-kémény huzatjával elő-állított levegő sebességgel lehetne számolni, amely ventilátor üzemszünete esetén is rendelkezésre áll. Ez is lényegesen nagyobb a kondenzátor kémény huzattal okozott sebességnél, tehát kisebb kondenzátorméretekre vezetne.

A viszonyok számszerű vizsgálata kb. 20 at gőznyomással számítva, azt mutatja, hogy így a kohótól elvont hőnek csak kb. $\frac{1}{4}$ -része hasznosítható. A többi hasznosítására más módot kell keresni.

123. Hűtőlap szerkezete

A kohófal hűtőelemeinek gőztermeléssel való hűtése lényegesen egyszerűbb lehetne, ha nem lenne szükség minden elem számára külön kondenzátoros teljes,

önmagában zárt rendszert választani. Erre a falhűtő lapok átégési veszélye miatt van szükség. A kohófal kopása előrehaladásával a hűtőlapok már benyúlnak a kohótérbe, és a magas hőmérsékleten kívül még a lecsúszó elegyoszlop koptatásának is ki lehetnek téve. Vízhűtésnél ezek gyakran átégnek. Emellett olyankor, amikor a hűtőlapok már a belső kohótérbe nyúlnak, a hő elvonás már csak kis részben hűti a falat.

Indokolt olyan hűtőlap szerkezetet keresni, amely átégéssel szemben üzembiztosabb. Valószínű, hogy ha magát a hűtőelemet a belső falfelülettől olyan távol tartjuk, hogy az a fal kopása után ne kerülhessen be az olvasztótérbe, és a hűtőelemet hőt továbbító bordákkal hosszabbítjuk meg a kohó belseje felé, akkor üzembiztosabb megoldást fogunk kaphatni. Ezt a kérdést vizsgáljuk. Ha ez sikerül, akkor a falazat hűtése a jelzett módon lényegesen egyszerűbben lesz megoldható.

13. Kohókoksiz meg takarítása

A kohószerelvény jelzett hűtésénél elvont hőhasznosító berendezések csak hőt hasznosíthatnak, de nem csökkentik a darabos, importált kohókoksiz fogyasztást. Az ilyen koksiz egységnyi kalóriája sokkal többbe kerül a megtakarított hő termelésével megnyert kohógáznál vagy szénnél. Vannak kohászati eljárások, amelyekkel darabos kohókoksizot meg lehet takarítani. Némi koksizmennyiség megtakarítható az ércelőkészítéssel, ami részben meg is van már valósítva. Nálunk a jövőben elsősorban alacsonyaknás oxigénes kohó és a Krupp-féle rögzítő eljárás jöhet szóba. Utóbbi forgódobos kemence, amely savanyú, tehát nagy kovásv tartalmú ércék feldolgozására alkalmas, és amelynek darabos kohókoksizra nincs szüksége. Evvel bucavasat lehet termelni, amely a nagyolvasztóba ócskavas helyett adagolható.

Ez az eljárás azért érdekes nálunk, mert a pernyemagnetit savanyú érc, és ezt evvel az eljárással gazdaságosan lehet kohósítani. A pernyemagnetit a szénportüzelésű kazánok pernyéjéből mágnesezen kiválasztott magnetittartalmú érc. Szeneink hamujának a vastartalma 6—10% között szokott lenni. A szálló pernyében levő vas egy része magnetit : Fe_3O_4 alakban van jelen. Ez mágnesezen 40%-nál nagyobb vastartalomig dúsítható, és a dúsítmány a mi viszonyainknál már gazdaságosan használható fel.

A nagyolvasztó kedvező hőmérlege ellenére távolról sem olyan kedvező gazdasági mérleget mutat, miután a koksizal bevitt hőmennyiségnek kb. felét mint kevésbé értékes kohógázt adja vissza. A kohógázt kedvezően lehetne helyettesíteni tisztított generátorgázzal, amit magyar barnaszénből lehet előállítani. Miután azonban a kohóknál van kohógáz, annak gazdaságos felhasználásáról kell gondoskodni.

14. A kohógázfogyasztás kiegyenlítése

A kohógáztermelés és a kohógázfogyasztás időben egymástól független. Ha nem gondoskodunk arról, hogy a mindenkor adódó kohógázt felhasználjuk, akkor a termelt többletet fáklyán kell kibocsátani a szabadba, ami nagy hővesztést okoz. Rövidebb ideig tartó eltérést a termelés és a felhasználás között nagyméretű gazométerekkel lehet kiegyenlíteni. Huzamos időre a feladat gazométerrel nem oldható meg, hanem a fogyasztással kell alkalmazkodni a nem befolyásolható termeléshez. Ennek egyik módja a kohászati gázfogyasztók periodikus átállítása más tüzelőanyagra vagy a kohászati mű erőtelepének alkalmassá szerkesztése a gázfogyasztás ingadozásainak a kiegyenlítésére. A gyakorlatilag kénmentes kohógáz értékesebb a kohászati kemencék tüzelésénél, mint az erőműben, ahol az csak barnaszenet pótol. A kemencék időszakos gyors átállítása más tüzelőanyagra azonban technológiai szempontokból alig oldható meg. Ezért marad megoldásnak az erőmű kazántüzelése. Ezt úgy kell építeni, hogy mind kohógázzal, mind szénrel tudjon tüzelni, és a tüzelés nagyon rövid idő alatt átállítható legyen. A méretezésnél azt a követelményt kell kielégíteni, hogy a legnagyobb, még gazdaságilag indokolható, kohógázmennyiséget el tudja tüzelni, és hogy a gázszolgáltatás csökkenésénél annyi fűtőgázt tudjon a kohóüzemnek átengedni, amennyire annak föltétlenül szüksége van. Feltéve, hogy az erőmű rá van kapcsolva az országos hálózatra, nem gond a termelt villamosenergia hasznosítása. A méretezést úgy kell végezni, a termelt kohógázmennyiség évi előfordulási gyakoriságából kiindulva, hogy mindenek előtt meghatározzuk azt a legnagyobb mennyiséget, amelyet gazdaságosan el lehet tüzelni és amelyen felüli csúcs évi előfordulási ideje már olyan kicsi, hogy arra bővíteni az erőművet már nem érdemes. Az így adódó kohógázmennyiséget a kohászati fogyasztók és az erőmű között kell felosztani. Egyrészt számításba kell venni a kohó és a kohászati üzem minimális állandó fogyasztását, másrészt az erőmű föltétlenül biztosítandó kohógázfogyasztását. Ezután meg kell állapítani azt a kohógázmennyiséget, amit a koházat számára biztosítani kell a gáztermelés csökkenése esetén is. Ez lesz tehát az erőmű kohógáz alapfogyasztása, amit ha kell, átengedhet. Ezentúl el kell tudni fogyasztani az erőműnek azt a mennyiségét, mely a koházat időszakos tervszerű fogyasztáscsökkenése és egyes fogyasztók váratlan kimaradása következtében felszabadul. Ahhoz, hogy ezt a kohógázmennyiséget elfogyaszthassa, állandóan ennek megfelelő szénmennyiséget kell eltüzelnie, amely mennyiséget, ha kell, kohógázfogyasztásra vált át. Ezekből a feltételekből méretezni lehet az erőmű kazántelepét és avval az erőművet.

A számítási gondolatmenet ismertetését avval kezdtem, hogy meg kell állapítani a kohógázmennyiség évi valószínű gyakorisága ismeretében azt a legnagyobb mennyiséget, amelynek eltüzelésére gazdaságos berendezkedni.

A gyakoriságnak ezt a határértékét megkapjuk az országos hálózatra dolgozó korszerű erőművek termelési költsége figyelembevételével. Az általában

kisebb és drágábban termelő kohászati erőmű nagyobbra méretezésénél a többlet termelési költségét, a befektetési költségek növekménye figyelembevételével kiszámítjuk széntüzelés és a fáklyán különben kibocsátandó, tehát ingyen rendelkezésre álló kohógáztüzelés esetére. Ebből adódik, hogy az év folyamán legalább mennyi kohógázt kell eltüzelni ahhoz, hogy a többletteljesítményre eső évi összes költség azonos legyen az országos hálózatban termelt energia költségével. Ez megadja a kohógázfűlés előfordulás gyakorisága összefüggésében azt a kohógázmennyiséget, amelyre még gazdaságos az erőművet nagyobbra kiépíteni.

Természetesen lehetnek egyéb szempontok, amelyek az erőmű nagyobbra építését indokolják.

15. Energiafigyelő

A gazdaságos üzemvezetés megkívánja a rendszeres mérést, a mérési adatok folyamatos ellenőrzését. Az egyes üzemek ellenőrzésén kívül kívánatos az egész energia-gazdaság központi ellenőrzése is. Ehhez egy központban kell összehozni az ellenőrizendő mérési adatokat, létesíteni kell egy energiafigyelő állomást. Itt olyan műszerekre van szükség, amelyek mutatják és regisztrálják az összes beérkező energiát, beleértve az energiahordozók értékét is, az összes kimenő energiát, és ahol lehet mérni, a veszteségeket is, mindezt energiaféleségenként összegezve. Ilyen energiafigyelő létesítésénél minden energiaféleséget egységes alapon, pl. kWó-ban, vagy kcal-ban kell feltüntetni, hogy az adatok közvetlenül összehasonlíthatók legyenek. Az üzem különböző távoli pontjain beérkező vagy kimenő energiák jellemző adatait be kell vinni távméréssel az energiafigyelőhöz, az egyneműeket összegezni kell. A közvetlenül mérhető adatokból képezni kell az energiaáramlást jellemző értékeket.

Beérkező gázvezetéknel pl. az áramló mennyiséget nyomáskülönbséggel mérjük, ha az üzemnyomás állandó, ebből négyzetgyököt kell vonni és megszorozni a folytonosan működő gázkaloriméter adatával, vagy pl. a forróvízfűtés vezetékénél a kimenő és visszajövő vezeték hőfokkülönbségét kell megszorozni az áramló mennyiséggel, végül pl. fűtőgőzvezetéknel az áramló túlhevített gőz térfogatát nyomás, és hőfok korrekcióval kell mérni stb.

A mért értékeket villamos értékre kell átalakítani, az adatokat össze kell adni, azokkal különböző műveleteket végezni, szorzást, osztást, gyökvonást, és az alkotott energiaértéket továbbítani kell az energiafigyelőhöz.

Az összeadás váltakozó áramú mérőhálózatban reduktorral végezhető, a legtöbb szükséges műveletet hídkapcsolásban lehet elvégezni. A továbbítás legegyszerűbb módja az itt szóba jövő távolságoknál felerősítés és utána egyenáram alakjában való továbbítás. Felerősítésre kontakt galvanométerrel kapcsolt potenciométert állító motort használhatunk.

Az ilyen berendezés — bár nem olcsó — feltétlenül kifizetődik, miután felfedi a jelentkező hibákat, és ezzel lehetővé teszi azok sürgős megszüntetését.

HOZZÁSZÓLÁSOK

NAHOCZKY ALFONZ

Az előadás lényegesen többet tartalmaz, mint a címből várható. A cím-ben foglalt feladatokat a szakemberek ismerik. Előadó azonban ezeken túlmenően sok, a fejlődést előre vivő, megtermékenyítő gondolatot, módszert, eljárást nyújt számunkra.

Ilyen annak megállapítási módja, hogy az S. M. kemence regenerátor-rácsaiban a felső hőmérsékletszinten, a füstgáz és az előmelegítendő közeg között elkerülhetetlenül szükséges hőfokrás 480 C°, kereken 500 C°, pl. 1750° füstgáz — 1250° levegő, mert ennél kisebb hőfokrás esetén túllépnők a regenerátor-rács tűzálló szilárdságát, ami 1530°-on $\sigma_0 = 3,5 \text{ kg/cm}^2$. Ezt a hőfokrást a tűzfej és regenerátor-rács mentén belopódzó levegő csökkenti, aminek következtében a kémény előtt sokszor csak 380—400° körüli füstgázhőmérsékletet is mérhetünk a levegő 20° hőmérsékletével szemben.

A Schack-féle alapvető számítások szerint a minimális hőfokrás kérdését úgy lehetne csak tisztázni, ha megoldjuk a feladatot: 1750° füstgázhőmérséklet mellett milyen regenerátor-rács felületet kell kapnunk, ennek megfelelőleg milyen levegőelőmelegítésig juthatunk, hogy a rácsfelület a kritikus 1530°-ot ne lépje túl? Ennek a megoldása Schack szerint lényegesen bonyolultabb módon lehetséges, mint ahogy azt előadó a gyakorlatban elviselhető egyszerűsítések révén levezette.

A rekuperátornak elégséges elleni védelmére javaslatba hozott amplidin dinamóval szabályozott ventillátor elszívás nagyobb füstgázkezdőhőmérsékleteken még füstgázkazánok elsődleges beépítését teszi szükségessé, mert a rendelkezésünkre álló normális szénacélok, vagy öntött vas felhasználásával legfeljebb 400°-os előmelegítésre számíthatunk. Ha 150°-kal engedjük a kéménybe a füstgázt, ez durván 700°-os füstgáz bejuttatását engedi meg a rekuperátorokba. Vizont a kohászati kemencéknél 900—1000°-os, sőt melegebb füstgáz áll rendelkezésünkre. A különbséget a kemence nagyságrendjétől függően érdemes és, egyetértve az előadóval, kell is füstgázkazánokban kihasználni. A kazán után kapcsolt rekuperátor esetén pedig a rekuperátor elégségének meggátlására a javaslatba hozott szabályozási mód majdnem felesleges; emellett kérdés a kemenceajtó nyitogatással változó huzatviszonyok mellett, hogy az a túlérzékeny szabályozás a gyakorlatban hogyan válik be.

Az olyan kisméretű kemencéknél, ahol füstgázkazán beépítése nem fizetődik ki, hígító hideg levegő bejuttatásával kell a rekuperátor védelméről gondoskodni. Ilyen esetekben — ha CO jut a füstgázokba, s ez a gyakorlatban sokszor előfordul — a hígító levegő utóégést hoz létre s az ellenkező hatást váltja ki, ezért ilyenkor egyenesen kívánatos a javaslatba hozott rekuperátorvédelem beépítése.

Az ajtóvesztésre, kilángolásra és hideg levegőbeszivárgás okozta veszteségre megadott számítási mód alapján kihozott számszerű értékek csak a felhozott példára érvényesek, mert azok nemcsak — mint az előadó mondja — az ajtó, vagy a tömítetlenségi helynek a tűzfejtől való távolságától függenek, de függnak a kiegyenlítési hely magasságától is.

A kiegyenlítési hely pedig, ahol tehát a kemencetér és a külső atmoszféra közötti nyomáskülönbség 0 mm vízoszlop, üzemenként változik. Ott,

ahol hideg betéttel dolgozunk, célszerű s hűgazdaságilag is indokolt, hogy a kiegyenlítési helyet a küszöb szintjén tartsuk, de folyékony betétnél indokolt ezt kb. az ajtó középmagasságára helyezni. Mert ez esetben a hideg levegő beáramlása nem veszteséget okoz, miként előadó mondja, hanem nyereséget, mert a fürdőből kiáramló, nagy mennyiségű, kb. 1400 C°-os 3050 kcal/Nm³ fűtőértékű CO-gáz elégetésére vezet, ami a munkatérben még mindig hasznos hő leadását biztosítja, mert kb. 2250° égéshőmérsékletet teremt. A térfogat szabályozásra már eddig is megbízható jó műszermegoldások vannak, előadó most újabb megoldási módot ajánl. Az önmagában ötletes megoldásnak, a térfogatnak egy bizonyos szinten 0 mm-en tartása a célja, tehát nem vízoszlopmilliméterben adja meg a térfogatot, hanem a 0-vonalat bizonyos helyen tartja. A megoldás egyszerű és gyakorlati megvalósítása mégsem kecsesített jó eredménnyel éppen az S. M. kemencéknél. Szükségszerű, hogy a levegő-gáz ki- és beáramló csövet a kemence falán át éppen az ajtó szintjén helyezzük el. Nem tekintve, hogy ezek a csövek a nagy hőmérsékletű áramló gázok hőhatására veszélyeztetve vannak, a bevezetések helye a frissítés alatt a fürdőből erős fröcskölésnek és ezzel menthetetlen eldugulásnak vannak kitéve. Ez a szabályozás tehát véleményem szerint S. M. kemencénél ezért nem használható, de az izzító kemencénél igen.

A nagyolvasztó falazatának elpárologtatással, kondenzátorral való hűtésére javaslatba hozott konstrukció bevezetését nagy érdeklődéssel várjuk. A konstrukció úgy át van gondolva, hogy azt műszakilag kifogásolni nem lehet, s az előkészített kísérletnek várhatólag sikerrel kell végződnie. Ez esetben ezzel előadó igen nagy lépéssel segítené elő a nagyolvasztó üzem hűtési problémáinak kiküszöbölését.

A felsorolt újszerű megoldások, tehát a rekuperátorvédelem, a térfogatszabályozás, nagyolvasztó falazathűtés megérdemlik, hogy azokkal mielőbbi kísérleteket végezzünk. Fejlődés csak kockázattal járó kísérletek útján lehetséges. Sajnos nálunk, főleg kohászati téren olyan divat kapott lábra, hogy mi csak a másoktól elért eredmények átvételére támaszkodunk; ezzel a szellemmel csak mások után kulloghatunk, így kimagasló szakembereink talán nemzetközi viszonylatban is értékes teremtő erői haszontalanul vesznek kárba. A fenti példák kísérleti megvalósítása megtermékenyítőleg hatna a jövő technikai kutatás szellemére, ha ezt a felfogást az anyagi eszközök fölött rendelkező hatóságaink is magukévá tennék.

MARTINOVICH ERNŐ

A tanulmány azt a célját, hogy az acélipar legfontosabb területein rámutasson a hővel való takarékoság lehetőségeire, elérte, mert úgyszólván minden tényezőt tekintetbe vett, ami e téren számításba jöhet. A tanulmány amellet, hogy az elvekben többnyire ismert dolgokat tárgyal, nem mulasztja el a korszerű megoldások ismertetését sem. A legnagyobb értéke pedig az, hogy meggyőző módon és tudományos eszközökkel hívja fel a figyelmet ennek a területnek elhanyagolt voltára és arra, hogy mennyire sürgős, sőt halaszthatatlan a gyakorlati megoldások mielőbbi kivitelezése.

A tanulmány tisztán tüzeléstechnikai magállapításain túlmenően — amikkel különben más hozzászóló részletesen foglalkozik — azt hiszem nem

érdektelen az acélipar hőgazdálkodásának egy-két technológiai szempontjával is foglalkozni.

A tanulmány már eleve feltételezte, hogy kemencéink tüzelése mindennél szakszerű módszerrel történik, holott a helyzet az, hogy részben a műszerezés tökéletlensége, részben szakkádereink hiánya miatt, a legnagyobb tüzelőanyag pazarlás éppen ezen a területen történik, és ennek következtében a legnagyobb megtakarítás is az itt teendő intézkedések következménye lesz.

Az acélipari tüzelések elsődleges célja nem az elpazarolt hő visszanyerése, de a hőnek a megfelelő helyen és helyes módon való felhasználása. A felhasznált tüzelőanyag és az égéshez szükséges levegő mennyiségének mérése, szabályozhatósága és ellenőrzése, továbbá a beszivárgó levegőfelesleg megállapítása, egyes fontos helyeken végzett füstgázelemzések segítségével — egyszerűen a kemencének tüzeléstechnológiai irányítása olyan feladat, amit a hővisszanyerés előtt szükséges megvalósítani, és amihez lényegesen kevesebb, vagy éppen semmi beruházás sem kell.

A hőgazdálkodás és a kohászati szempont összefüggésének egy másik igen fontos pontja a kemencekapacitás növelésének kérdése, melyet gyakran a hőgazdálkodás követelményeire való tekintet nélkül hajtanak végre.

Elterjedt szokás az, hogy a termelés növelése végett a kemencéket túlterhelve járatják. Ennek a túlterhelésnek mértéke az eredeti kapacitás 50—100%-a között van. A kapacitás növelését azonban úgy érik el, hogy csak a kemencék fémbefogadó térfogatát, az úgynevezett medenceteret bővítik, azonban a kemencék égéstere, továbbá a szerkezetileg vele egységet képező hővisszanyerő rácsrendszer csaknem változatlan marad.

Ennek a módszernek mindenképpen az a következménye, hogy a tüzelőanyag nem teljesen a kemencetérben ég el, hanem az égésnek jó része átterjed a rácsozatra is, a hőkihasználás tehát nem megfelelő helyen történik, a rácsok túlmelegen járnak, s ezért a kemence megnövelt kapacitásával a fajlagos hőfogyasztás nem csökken, mint kellene, hanem növekedik. Közelebbről tekintve a kérdést, két eset lehetséges. Ha a kemence alsó része az eredeti kapacitáshoz képest túlméretezett volt — ez a kedvezőbb változat — akkor az égés, bár nem teljesen a felső kemencetérben, de mégis magában a kemencében megy végbe, s így a kemencetérben nem hasznosítható hő egy része utólagosan még visszanyerhető. Ha az alsó rész méretezése csak az eredeti kapacitásnak felel meg, akkor nagymérvű kilángolással kell számolni, a dolgozatban említett hátrányokkal együtt.

Ugyancsak szoros összefüggésben vannak a kohászati szemponttal az ajtónyitásból eredő veszteségek is, mégpedig a nyitott ajtóterület sugárzása révén, amely tényezőre a dolgozat nem tér ki.

Az üzemvezetésnek tehát iparkodnia kell arra, hogy minél kevesebb legyen az ajtónyitás. Erre lehetőségek vannak, adagoláskor a betétanyagoknak minél nagyobb térfogatsúlyú előkészítése, a műszakilag megengedhető legnagyobb méretű adagolóteknő és gyors mozgású adagoló daruk alkalmazásával. Kikészítésnél pedig a próbavétel helyének megfelelő méretezése a középső ajtón, a fürdő és boltozat figyelésére pedig zárható nyílások alkalmazásával.

Hőmegtakarításra nyújtanak lehetőséget a kemencék szerkezetében és építésében végrehajtható korszerűsítések. A falazat téglarésein beszivárgó hamis levegő — különösen kopott falazatnál — lényegesen rontja a helyes hőgazdálkodást. Korszerű kemencéknél ez ellen kétféle módon is lehet küzdeni. A téglákat összekötő habarcs összetételét úgy lehet választani, hogy

a falazat átmelegedésekor ne porlódják szét és ne peregjen ki, hanem ellenkezőleg, megkeményedjék és besüljön úgy, hogy a falazatot levegőre áthatolhatatlanná tegye. Ezenkívül a kamrák falazatát szigetelő téglaréteggel és azonkívül összefüggő vaslemez köpennyel szokás burkolni, ugyancsak a hőgazdálkodás érdekében.

Mindezeket, bár nem tartoznak szorosan a tárgyhoz, azért tartottuk szükségesnek felemlíteni, hogy a közvetett hőmegtakarítási lehetőségek mellett nyomatékosan rámutassunk a közvetlen lehetőségekre is. Nézetünk szerint a kiinduló pont minden dologban a kohászati rész, s ha nem elsősorban a kohászati folyamatokat és lehetőségeket tartjuk szem előtt, könnyen abba a tévedésbe eshetünk, hogy mellékvágányra terelünk valamely kérdést, ahelyett, hogy a legtermészetesebben adódó és leggyorsabban megvalósítható intézkedésekkel kezdenők a munkát.

ZENTAI BÉLA

Nem kívántam felszólalni, de a legutóbbi felszólalás után az az érzésem támadt, hogy mint a KGM dolgozójának, ehhez a vitához néhány megjegyzést hozzá kell fűznöm.

Fonó Albert akadémikus előadása után kb. úgy alakult a vita, hogy először talán helyesebb lenne a technológiából következő és a technológia által lehetőséget adó különféle utakat-módokat kihasználni, előbb tehát azokon végigmenni, és csak azután foglalkozni a különféle felvetett, közvetett hőhasznosítási módszerekkel.

Úgy gondolom, hogy ennek az álláspontnak az érvényrejutása nem lenne helyes, sőt ellenkezőleg helytelen lenne és távlatilag igen komoly akadályokat jelentene az acéliparunkban feltétlenül végrehajtandó intézkedések megvalósítása terén.

A minisztérium éppen Fonó akadémikus segítségével és munkássága után konkrét tervezeteket dolgozott ki a tekintetben, hogy ezeknek az intézkedéseknek egyes részei, amennyire az adott lehetőségek megvannak, anyagiilag, már a második ötéves tervben végrehajttassanak.

Ezért kértem szót és ezért vetem fel ezt a kérdést. Úgy gondolom, hogy abból a távlatból kell nézni ezt a kérdést, hogy vajon az itt létrejövő hőmenyiségeknek, amelyekről ma itt szó volt, az országos hőmérlegben milyen jelentőségük van. Egyáltalán van-e jelentőségük vagy sem? Miután a KGM mintegy 20 százalékát fogyasztja az országos kalóriamennyiségnek, és azon belül is kb. háromnegyed részt fogyaszt maga a kohászat, abból is kb. kétharmad részt az acélipar: ez azt jelenti, hogy amiről szó van, az kb. 10–12 százaléka az országos kalóriafogyasztásnak. Ezen belül 20–25 százalékos megtakarítási lehetőség, amelyről szó van, olyan tényező, amelyet feltétlenül értékelni kell, amely tehát nem elhanyagolható, az országos, átfogó energia-gazdálkodás területén.

Most a távlatból nézve a kérdést, azt hiszem, a technológia területén feltétlenül végrehajtandó intézkedések és a helyes tevékenység legszélesebb körű kifejlesztése mellett ezeket a különböző fejlesztési lehetőségeket meg kell ragadnunk és erőteljesen előre kell vinnünk. Én csak ebből a szempontból kívántam felszólalni, de ha már beszélek, még egy megjegyzést teszek.

Örömmel látom, hogy a döntő nagyüzemek, Ózd, Diósgyőr energetikusai jelen vannak, és köszönöm az Akadémiának, hogy az előadás megtartására lehetőséget nyújtott. Éppen ezekben az üzemekben döntő lépések történnek arra nézve, amire Fonó Albert akadémikus céloz, hogy az egyes üzemszervek és nagyberendezések hőmérlegeit külön-külön meg lehessen állapítani és ki lehessen elemezni. Valóban ez az alap a további tudományos intézkedések számára. Köszönöm a hozzászólás lehetőségét.

PÁL IMRE

Szerencsés voltam ugyan végighallgatni Fonó kartársunk előadását, sajnos azonban nem volt alkalmam előzetesen foglalkozni ezzel az egész kérdéssel, úgy mint az első két hozzászólónak, akik előre áttanulmányozhatták az egész anyagot. Mi hátrább ülök kevésbé jól hallottuk az értékes előadást, ezért kérem Fonó kartársat, ha hozzászólásomban valami olyasmit mondanék, ami ennek következménye, ne tudja be annak, hogy mindenáron kifogásolni akarok valamit, hanem tekintse úgy, hogy az ezeknek a körülményeknek következménye.

Az utóbbi néhány hónapban volt alkalmam néhány Siemens-Martin-kemencének hőmérlegét elkészíteni és hőgazdálkodását vizsgálni. Véleményem szerint, amit Martinovich kartárs mondott és utána Zentai kartárs is felvetett, nem lehet ily élesen különválasztani. Felszólalása végén megemlítette Zentai kartárs, hogy az üzemek a következő hónapokban megkapják a lehetőséget arra, hogy konkrét hőmérleget készítsenek, és ennek alapján el tudnak indulni azon az úton, amelyet meg kell tenniük. Ez az út nyilvánvalóan kettős lesz. Egyrészt az, amelyet az üzemeken belül saját hatáskörben meg lehet és meg is kell oldani, másrészt pedig az, amit az üzemnek és a minisztériumnak Fonó Albert javaslatai szerint közösen kell megoldania.

Ami a martinkemencéknél elérhető hőhasznosítást illeti, a Fonó kartárs részéről előadottakat némiképpen kiegészíteni óhajtom. Fonó kiindult a Siemens-Martin-kemence hőmérlegéből. A részéről közölt hőmérleg-adatok számításaim szerint a magyar viszonyoknak nem felelnek meg. A füstgáz-hőmérséklet okozta veszteséget külföldi alapon felvette 40%-nak. Eddigi számításaim beigazolták azt, hogy a ma Magyarországon működő Siemens-Martin-kemencéknél a füstgáz-veszteség nincs 40%, az összhőmennyiségre viszonyítva. Rosszul működő kemencéknél előfordul, hogy a veszteség több mint 32%-os, de Magyarországon általában 25–30% között van a füstgáz-veszteség nagysága. Az itt elérhető megtakarítások tehát nem olyan nagyok, mint ahogy az előadásban hallottuk, mert ennek figyelembevételével az összes hőbevitelnek nem fogjuk 20%-át, hanem legjobb esetben talán 10–15%-át megtakarítani.

Zentai kartársnak fel kell hívnom a figyelmét arra: kételkedem abban, hogy egy hónap múlva már föl lehet mérni az összes Siemens-Martin-kemencék hőviszonyait. Nemrégiben láttam egy kiskemencés helyen, továbbá ott, ahol a legnagyobb kemencék vannak, milyen az üzem. Megállapítottam, hogy az egyik nagyüzemünkben, ahol egyébként az automatikus műszerezettség a legkiválóbb, egyáltalában nem rendelkeznek olyan egyéb műszerekkel, amelyekkel a falveszteséget és egyéb veszteségi tényezőket meg lehetne határozni,

mert hiszen a beépített műszerek erre nem alkalmasak. Amennyiben az akadémiai illetékes osztály gondoskodik arról, hogy legalább vándorműszerek oda-kerüljenek, akkor lehetséges a méréseket elvégezni.

Egyébként a martinkemencék hőveszteségeinek és hőviszonyainak tisztázására a jelenlegi irodalomban ismert módszereknél lényegesen egyszerűbb számítási módszert volt alkalmam a közelmúltban kidolgozni. Ennek számítási biztonsága a jelenleg rendelkezésre álló műszerekkel végzett mérések eredményeihez viszonyítva jó, mert a hibahatár 1%-on belül van. Ez a számítási módszer a jövő hónapban rendelkezésre fog állni a nyilvánosságnak. Felajánlom a segítséget az Akadémiának, Fonó és Zentai elvtársaknak, hogy amennyiben a magyar kohászat hőviszonyainak javítását elő tudom mozdítani, szívesen állok rendelkezésre mind a tudománynak, mind az iparnak.

Még valamit egy másik iparágban kapott tapasztalataim alapján. Előre bocsátom, nem túlságosan bízom abban, hogy regenerátorok helyett rekupe-rátorok alkalmazása nagy előnyt jelent a magyar kohászatban, de miután ez irányú kísérletekről hallottunk, föl szeretném hívni a figyelmet arra, hogy az üvegiparban a napi húsz tonna olvasztóképességű kemencénél — amely megfelel a legkisebb martinkemencének — függőleges, csöves rekupe-rátorokat alkalmaznak, amelyeknél mindazokat a kérdéseket meg tudták oldani, amelyeket Fonó mint nehézségeket felhozott.

A csövek a felső három-négy sorban silimanitból készülnek, és tekintve, hogy aránylag kis mennyiségű csőről van szó, ezek beszerzése népgazdasági szempontból nem jelent különösebb valutanehézséget. Az alacsonyabb hő-fokú csőrészeket közönséges samottcsőből is lehet már készíteni. A sorok szá-ma attól függ, hogy a belépő hőmérséklet mekkora.

Feltétlenül hozzá kell tenni: a vízhűtéssel kapcsolatosan a magyar ipar is foglalkozik azzal, hogy a vízhűtéssel járó nehézségeket kiküszöbölje. Ezért gőz-víz-emulziós hűtés bevezetésével kísérleteznek — remélhetőleg hamarosan jó eredménnyel.

Nahoczky kollégám a túlnyomásra már felhívta a figyelmet. Nem tud-tam eddig pontosan, hogy számításaim során a beszívott levegőből adódó kalória-differencia miért nincs meg. A hozzászólás alapján most már világos előttem: azért nem található itt semmiféle többletvesztés, mert a CO el-égetése CO₂-vé föltétlenül kiegyenlíti a veszteséget, sőt még magasabb hőt ad. Azok mellett a nyomások mellett, amelyekkel ma a martinkemencék dol-goznak, semmiképpen sem beszélhetünk beszívott levegő-vesztésről, mert csak a kilángolási és sugárzási veszteségről beszélhetünk. Ezt a gyakorlati tapasztalat és az elmélet egyaránt bizonyítja.

BALÁZS PÉTER

Az ózdi nehézipari kohászati üzem részéről óhajtok ehhez az előadáshoz hozzászólni. A magyar nehézipar a nyersanyag-helyzet következtében nehéz viszonyokkal küzd a külföldi hasonló üzemekkel összehasonlítva, ezért minden eszközt meg kell ragadnunk, hogy a helyzeten az üzemeltetés gazdasá-gossága terén segítsünk. A gazdaságos üzemeltetés egyik legfőbb tényezője az energiagazdálkodás, mert hiszen az ilyen üzemben az összes költségeknek 25—28%-a az energiaköltség. Ez igen jelentős tétel. A két legnagyobb fogyaszt-

tó a nagyolvasztó és az acélmű, amelynek gazdálkodásával elsősorban kell foglalkozni. Fonó elvtárs előadásából is nagyon jól kiviláglott, hogy milyen módon és hol lehet a legnagyobb megtakarítást elérni, tehát — hogy úgy mondjam — a legnagyobb halakat kifogni: az acélműnél.

Az acélüzemekben a hulladékhasznosító kazánok azok, amelyek kétségkívül a legnagyobb gazdasági eredményt fogják hozni. Nem lehet lemondani róluk, hanem be kell építenünk őket, ha azt akarjuk, hogy gazdaságosan termelhessünk, gazdaságosabban, mint eddig.

A kohónál a kohógáz problémája a legnagyobb horderejű. A kohógáz ingadozásai, amelyeknek problémáját Fonó elvtárs előadásában kifejtette, okozzák a legnagyobb nehézséget az energiagazdálkodásban, mert ennek az egyenlőtlenül fejlődő kohógáznak kell piacot biztosítani minden időben, minek utána időbelileg nem tudjuk eltolni később bekövetkező fogyasztás számára. Igen nagy jelentősége lenne az olajgáz-gyártás bevezetésének, amelynek segítségével lehetne kellő puffert biztosítani a kimaradó kohógázok fedezésére, mert kohógázt kazánházban is lehet elégetni, de sokkal kisebb gazdasági előnnyel, mert csak azt a szénét tudjuk megtakarítani vele, amelyet a kazánházban különben is eltüzelnénk.

Ha ilyen alapon értékeljük a kohógázt, akkor nálunk Ózdon csak 2,1 fillérre lehet értékelni a kohógáz köbméterét, míg ugyanakkor a generátorgázt 6 fillérrel számíthatjuk.

Ez a különbség igen lényeges, minden erőt meg kell tehát ragadnunk arra, hogy a kohógázból lehetőleg minél többet értékesítsünk, a generátorgáz vagy esetleg az olaj helyett.

Az előadásban említett hőhasznosító-berendezések megkívánják, hogy olyan emberek dolgozzanak velük, akiknek megfelelő műszaki képzettségük van hozzá. Ezt pedig a kohászatban nehezen lehet állítani, mert kohászainknak gépészeti szakképzettségük és érzékük nincsen. Szükséges tehát, hogy megfelelő szakkadereket neveljünk ki ebben az irányban, és ennek egyik legjobb eszköze lenne a szakkaderek bérezésének megvizsgálása, mert ezekről a munkahelyekről ma állandó átáramlás van, és ennek következtében állandóan romló helyzetben vagyunk.

ALTNÉDER JÁNOS

Fonó kartárs előadásában számos értékes javaslatot ismertetett, amelyeknek legnagyobb része az irodalomból ismert.

Minden javaslat annyit ér azonban, amennyit megvalósítanak belőle. Innen kérem fel a tervező intézeteknek ittlévő képviselőit, hogy a tervezések során ezeket a javaslatokat vegyék figyelembe. Gondolok arra, az egyik nagyüzemünk a tervezendő kemencéből 5—600 fokos füstgázokat kíván a levegőbe engedni anélkül, hogy hőtartalmukat a füstkazánokban előzőleg értékesítené.

Fonó kartárs ismertette, hogy a füstkazánokban termelt nagynyomású gőzt először áramtermelésre kell felhasználni, és csak azután szabad ipari hőre felhasználni. Sajnos a berendezések tervezésénél előfordultak ilyenek elmulasztása.

Még egyszer kérem a tervező intézetek tervezőit, hogy mindezeket vegyék figyelembe, mert a hibáknak utólagos kiküszöbölése sok nehézségbe ütközik.

TAKSONY GYÖRGY (Vegyip. Min.)

Egy-két részlettel szeretném kiegészíteni Fonó kartárs beszámolóját, amelyben a lehetőségeket és a feladatokat kitűzte. Megjegyzem, hogy az első részben elmondandók nem a legközelebbi 2—3, hanem 5—10 év múlva jelentkező feladatok.

A falhűtéssel kapcsolatban megjegyezte Fonó kartárs, hogy az elgőzöltető hűtés alkalmazása miatt előnyben kell részesítenünk a gőztermelést a gázturbina-megoldással szemben. Nem szabad azonban végleg figyelmen kívül hagyni a gázturbina-megoldást sem, hiszen például a Szovjetunióban egyes kísérleti kemencék már úgy is dolgoznak, hogy a falazatba beépített csöveken léghűtést alkalmaznak. Ezt a megoldást is kombinálni lehet a gázturbinával, de először természetesen az kell hozzá, hogy a kemencék jól dolgozzanak, azután pedig az, hogy a gázturbinák is jól dolgozzanak.

A második kérdés az, amit a 6. ábra szemléltet. Látjuk azon, hogyan változik a villamosenergia visszanyerése a gőznyomás függvényében. Ha a hulladék hasznosításában előbbre leszünk, célszerű lesz megnézni a kazánokon, hogy nem lehetne-e azt a bizonyos fokig lehajló görbét megemelni úgy, hogy egy második nyomás-fokozatot iktatunk közébe 4—6 atmoszférával. Ilyen megoldásokat egyes helyeken már alkalmaznak a kazántechnikában. Valószínűleg itt is el tudunk tehát bizonyos javulást érni.

A 7. ábrán feltüntetett kohóhűtési megoldást most látom először. Lehet, hogy nem teljesen pontos, amit mondani fogok, de itt is célszerű lenne megvizsgálni, hogy ha már 20 atmoszféráig felmegyünk a nyomással, nem lehetne-e egy turbinát közbeiktatni, szükség esetén gőzátalakító segítségével. A gőzátalakító kondenzátora természetesen már mélyebben is lehet, tehát felületileg nagyobb lehet, és mivel gőzátalakításról van szó, a vízmennyiség kisebb, így tehát egy felsőbb tartállyal arra a 20 percre vagy negyedórára, amíg a kohó üzemét biztosítanunk kell, esetleges váratlan kimaradásra, a biztonság kérdését is megoldhatjuk.

Ezek azok a kérdések, amelyek a távlati résszel vannak kapcsolatban.

A közvetlen jövő feladatai tekintetében igen lényeges, hogy megoldjuk az üzembiztos és a nem túlbonyolult hulladék hő-értékesítést, a nyugodt üzembeltetést. Ez a feladat igen komoly, de az Akadémia és a tervező irodák segítségével valószínűleg megoldjuk. A hulladékhasznosító-berendezések egy része — igen tekintélyes része — ma üzemben kívül van, mert az üzemek egy ideig használnak rekuperátorokat, majd egy-két év múlva, akár az eltömődések miatt, akár azért, mert bizonyos zavart okoztak a technológiai folyamatban, üzemben kívül helyezik őket. Azoknál a megoldásoknál tehát, amelyeket alkalmaznunk kell, lehetőleg arra kell törekedni, hogy minél egyszerűbb és az üzemenetet minél kisebb mértékben zavaró berendezéseket alkalmazzunk, legalábbis az első 4—6 évben, amíg az emberek megszokják ezeket a hulladék-értékesítő berendezéseket, és amíg beletanulnak kissé a dolgokba.

Hogy mit jelent egy-egy új berendezés alkalmazása, arra a legjellemzőbb, hogy kb. egy évvel ezelőtt helyeztük üzembe az első Lamonte-kazánt, de még ma sem dolgozik megfelelően, és talán csak egy év múlva éadjuk el, hogy simán menjen. Ilyen kazán üzembehelyezése is komoly feladat, noha nyugatról importáltuk, és itt voltak a nyugati mérnökök.

Az első berendezéseknél tehát figyelembe kell venni, hogy minél egyszerűbb, és lehetőleg külföldön már kipróbált prototípusokat alkalmazzunk.

Még egy kérdés vetődött fel, — az, hogy a hulladékhasznosító az első időben legyen-e, vagy pedig egy második programpont. Ez a kérdés azonban meglehetősen magától oldódik meg. Egy ilyen hulladékhasznosító-berendezés megvalósítása ugyanis a legkedvezőbb esetben másfél, de inkább két és fél évet jelent. Meg kell tehát kezdenünk az első hulladék hő-értékesítő berendezés megvalósítását, és azt a másfél—két és fél évet, amely az elkészülésig rendelkezésre áll, nyugodtan fel lehet használni a tüzelések rendbehozatalára, és a meglévő rekuperátorok üzembehelyezésére.

FONÓ ALBERT viszontválasza

Az előrehaladott idő következtében csak olyan kérdésekkel kapcsolatban szeretnék szólni, amelyekkel kapcsolatban ennek szükségét látom. Sok értékes megjegyzés hangzott el, amelyeket köszönettel tudomásul kell vennünk.

Nahoczky doktor hozzászólására válaszolok. Rekuperátor-védelemre nemcsak a legfeljebb 400 fokra való előmelegítést megengedő rekuperátornál van szükség, hanem ötvöztött acél esetében is, amikor 600 fok fölé is mehetünk az előmelegítésben, amikor füstgázkazánok már nem kapcsolhatók a rekuperátor elé.

A hideg-levegő belépési veszteség a martinkemencénél, abban az esetben, amelyre Nahoczky doktor hivatkozott, amelyben a forrásban álló acélfürdőből kitoró szénmonoxid elégetéséhez levegő szükséges, még mindig veszteség ahhoz képest, hogy előmelegített levegőt vezettünk volna be. Ha csak annyi levegőt vezetnek be a tűztérbe, amennyi a bevitt tüzelőanyag elégetéséhez szükséges, akkor a levegőhiányt pótolni kell, esetleg hamis levegővel. Helyesen úgy kellene az üzemet vezetni, hogy a teljes levegőszükségletet előmelegített levegővel fedezzük, nem úgy mint most, amikor csak a fűtő-gáz adagolásához méri a levegőmennyiséget. Helyes üzemvezetéshez az szükséges, hogy állandóan füstgáz-mintát vegyenek a lehúzó fej fölött. Ezt állandóan elemezve távadással továbbítsák az eredményt ahhoz az apparátushoz, amely, vagy ahhoz a dolgozóhoz, aki a levegőmennyiséget, illetőleg a levegő-felesleget szabályozza.

A kilángolási veszteség korlátozása végett a kiegyenlített nyomású övezet beállítása helyett állandó túlnyomás beállítását nem tartom egyenértékűnek azért, mert mihelyt-változik a hőmérséklet — ami ismételten változhat —, akkor már ez a kiegyenlített zóna eltolódik, míg ha a neutrális zónát állítom be, a hőmérséklet-változást az apparatúra követi. Ha tehát állandó nyomást állítok be, akkor a veszteségek, amelyeket el akarok kerülni, jelentkeznek.

A martinkemencénél az acélfröccsenés hatását elkerülendő, az érzékelő elemet ki kell vinni a kád fölötti térből, és a tűzfej alatt kell erre megfelelő fülkét kiképezni.

Martinovich kartárs nagyon értékesen egészítette ki előadásomat hozzászólásával, a szükséges üzemi intézkedések megemlítésével. Rámutattam, hogy csak tökéletesen rendben levő kemencéknél mutatkozó üzemi viszonyokkal foglalkozom, azokat a veszteségeket, amelyek a rossz beállítású vagy rossz állapotban levő kemencéknél előfordulnak, számadataim között nem említettem. Ezek többletveszteségek, és ha azokat intézkedésekkel — és mint Mar-

tinovich említette, még beruházások nélkül is — meg lehet szüntetni, természetesen azonnal meg kell szüntetni. Amit lehet aránylag olcsóbb eszközökkel megtenni, azt meg is kell tenni. Ezeknek a hibáknak megszüntetése azonban természetesen nem akadályozhatja meg azt, hogy gondoskodjunk a jó állapotot, a helyes üzemet feltételező viszonyoknál elérhető további megtakarítást eredményező berendezésekről. A sugárzási veszteségekre azért nem tértem ki részletesen, mert azok csak a Martinovich kartárs részéről megemlített technológiai eszközökkel csökkenthetők, más mód azok befolyásolására nincs.

Zentai kartárs megjegyzéseit köszönöm, azokkal természetesen teljes egészében egyetértek.

Pál kartárs hivatkozik arra, hogy a hőmérlegek, amelyeket ő ismer, lényegesen eltérnek az általam bemutatottól. Nekünk nagyon különböző hőmérlegeink voltak. Szándékosan nem a hazai gyakorlatból vettem egy hőmérleget, hanem egy irodalmi — orosz — adatot mutattam be. Megjegyeztem, hogy ez nem különleges példa. Az adott példa kapcsán azonban érdekes gondolkodni. Az adatok megváltozhatnak ugyan abban az értelemben, ahogyan a felszólalt kartárs mondta, de ellenkező értelemben is, és akkor a számítási eredmények is megfelelő értelemben változnak.

Balázs kartárs a kohógáznak olajgázzal való hasznosítására hívta fel a figyelmet. Igen megfontolandó javaslat, amellyel illetékes helyen úgy tudom foglalkoznak, és ettől sokat várunk.

Taksony kartárs több olyan értékes adatot közölt, amelyeket ha csak lehet, felhasználunk.

VEREBÉLY LÁSZLÓ elnök zárszava

Az elhangzott tetszésnyilvánításból, valamint az értékes hozzászólásokból megállapítható, hogy Fonó kartárs előadása felkeltette a hallgatóság érdeklődését és kiváltotta annak elismerését. Ezért Fonó doktornak értékes előadásáért az Akadémia nevében is őszinte köszönetünket fejezem ki azért, hogy ezt az értékes és hőenergiagazdálkodásunk szempontjából mindenestre nagy jelentőségű tárgyat az Akadémia elé hozta, és alapos felkészültséggel minden oldalról megvilágította.

Az Akadémia hőenergetikai szakbizottságának lesz a feladata, hogy az itt elhangzott gondolatokat és javaslatokat a kellő mértékben kimunkálja, alátámassza, és azokat illetékes szakbizottságok és a kormánytényezők elé vigye, továbbá hogy azok megvalósítását szorgalmazza. Azzal, ha ez a megvalósítás bekövetkezik, energiagazdálkodásunknak több irányban is használnunk. Ennek a hasznos akciónak megindítását Fonó doktornak köszönjük. Ezért még egyszer köszönetet mondva az előadásért, mai ülésünket bezárom.

AZ ÉPÍTÉSZET DIALEKTIKÁJA*

MAJOR MÁTÉ lev. tag

Az építészetelmélet kérdéseivel 1942 körül kezdtem foglalkozni, de munkám csak az alapvető feltételek megszületésével, 1948-ban vált rendszeresebbé. 1950 decemberében tartottam meg akadémiai székfoglalómat, [1] amelyben először próbálkoztam a dialektika »leglényegének«, az ellentmondások elméletének alkalmazásával az építészet jelenségeire. Ez az újabb dolgozat — az azóta eltelt idő terméke — az építészet jelenségeiben érvényesülő dialektika mélyebb feltárásával, azaz az építészet létrejöttének, fejlődésének magyarázatával foglalkozik. E kísérlet minden eredménye — ez idő szerint még — nem sok, de mint minden tudományban, az építészetelméletben is csak kis, viszonylagos eredmények egymásraépítésével lehet megközelíteni az abszolútumot.

Mielőtt azonban témámra térnék, szükségesnek tartom, hogy néhány általános megjegyzést tegyek.

Induló-alakuló tudományról van szó, melynek fogalmait és definícióit még pontosabban megformálni, a felismerések szélesedésével tovább csiszolni kell. E dolgozatban használt fogalmak és definíciók ilyen, nem kifogástalan, pontossága következtében nyilván félreértésekkel kell számolnom. De a félreértéseket elősegítik a megismerés—megismertetés folyamatában elkerülhetetlenül jelentkező torzulások is: én magam tisztának tűnő gondolataimat hajlékony egységükből a megfogalmazás merev tagoltságába kényszerítem, ez szívdívik fel aztán a szakma- és ideológiaismeret különböző szintjén mozgó tudatokba, hogy aztán még tovább torzuljon a reagálás formáiban: a bíráló szóban, írásban. Egyik legjelentősebb feladata ezért a fejlődő-gazdagodó tudománynak — többek közt — az is, hogy az elmélet megszülető gondolataitól a reagálásig terjedő, sokszor igen nagy távolságot egyrészt a fogalmazás világosságának, egyértelműségének állandó erősítésével, másrészt a szakmai és ideológiai felfogóképesség szintje állandó emelkedésének elősegítésével mind rövidebbre

*A Magyar Tudományos Akadémia 1955. évi közgyűlésén felolvasott e dolgozatomat a két hozzászóló, Nádor György filozófus és Pogány Frigyes építész megállapításainak figyelembevételével egy-két helyen módosítottam.

[1] Major M.: *Bevezetés egy új egyetemes építészettörténethez. Építés—építészet.* 1951. 3. sz. 139—149. l.

és rövidebbre fogja. Egyszerűbben : e tudománynak is feladata annak állandó munkálása, hogy az építészetelmélet terén is mielőbb megértsük egymást.

Dolgozatom — látszólagos absztrakt volta, s az építészeti múlthoz kapcsolódó példái ellenére — egészen aktuális feladatot vállal, azt, hogy mai építészetünk mindennapi gyakorlatának elméleti segítséget nyújtson.

Építészetünk legfontosabb problémái közé tartozik, hogy a kialakítandó szocialista-realista magyar építészet alkotásaiban a szocialista tartalomhoz az új nemzeti formát keresse. Ehhez az igen komoly problémához az elmélet ezidáig nem sok segítséget adott, aminek az volt a következménye, hogy — jórészt a kapitalizmus zavaros esztétikai gondolatainak csökevényeként, részben azonban ideológiai tájékozatlanságból — az építészet bonyolult alkotó folyamatának egysége részfolyamatok mechanikus egymásutánjává lett, melyben a gazdasági—műszaki részproblémák »megoldása« után a művészet feladata bizonyos hagyományos formák aplikálásává »egyszerűsödött«. Ebből is következik, hogy néhány jelentősebb művészeti érték kivételével építészetünk ezideig adós maradt az igazi nagy alkotásokkal.

Ezért tartottam szükségesnek, hogy az építészeti jelenségekben érvényesülő dialektika egyes vonásainak és egészének kísérleti feltárásával, az építészet e vulgáris és mechanikus szemléletével szemben bemutassam a valóság bonyolultságát. Mégpedig nem azért — amint egy vulgarizáló állította —, hogy ezzel »elriasszam« az építészeket az elmélettől, hanem hogy az alkotó folyamat valóságos sokrétűségének felismertetésével, ösztönös alkotóképességük szabad érvényesülése mellé, a művészi épületalkotás nagyszerű céljának a viszonylag legrövidebb úton való eléréséhez az elmélet iránytűjét adjam.

A dialektika egyes alapvonásainak érvényesülését az építészet jelenségeiben *kiragadott* történelmi példákkal illusztrálok. E történelmi példák bemutatása azért fontos, mert az építészet múltjának nagy alkotásai, befejezettségükben s a mai szemlélő számára szükséges távlatukban egyedül alkalmasak arra, hogy belőlük mai építészetünk számára a szükséges tanulságokat levonjuk. Mégpedig, mivel — az építés gazdasági—műszaki feltételeinek figyelembevételével, eszközeinek maximális felhasználásával — művészi építészetet akarunk teremteni, olyan történelmi példákat kell megvizsgálnunk, melyeket a műtörténet az emberiség kiemelkedő művészi alkotásai között tart számon.

E dolgozatnak tehát semiképp sem feladata, hogy az osztálytársadalmak építészetének egészével foglalkozzék. Az osztálytársadalmakban a művészi építészet az uralkodó osztályok privilégiuma, ezzé teszi hatalmuk-gazdagságuk, mely a kizsákmányolás valamelyik formájának ellentmondására épül. E társadalmak néptömegeinek általában csupán az építészet selejtje jut, akár maguk produkálják, akár az uralkodó osztályok spekulációja produkálja számukra. (Legfeljebb a nagy építészet száll alá a tömegek, a népi építészetébe, s alakít ki bizonyos sajátos, naív művészetet ezen a szinten.) Épp ezért e társadalmak tömeg-építészetének változása — fejlődése is más ütemű és — általában a tár-

sadalomváltozásoktól teljesen függetlenül — évszázadokon át alig változik : a nyomor »stílusa« szinte örök. (A paraszti népi építészet ismét más — sajátos — kategória.)

Alapvetően más lesz a helyzet a szocialista forradalom győzelme után, a kapitalizmusból a szocializmusba átfordulás idején. Döntő, *minőségi*, változás megy végbe az építészet külső és belső feltételeinek egész seregében, köztük abban is, hogy az építészet most a társadalom túlnyomó többségének lesz »privilegiumává«, s így a művészi építészet teremtésének igénye nemcsak egyes, kiemelkedő, reprezentatív alkotásokra szorítkozik, hanem kiterjed lényegében — és elvileg — a társadalom egész építészetére. A művészi színvonal követelménye, tehát — például — nemcsak a kultúrházakra, hanem a tömegesen épülő objektumokra — például a lakóházakra — is vonatkozik, ~~meg~~ jobbjebb az eszközei mások ennek, anélkül, hogy az eszközök befolyásolnák a művészi színvonal magasságát.

Amikor tehát, a továbbiak során, az osztálytársadalmak esetében, az »építészet« disztinkcióján mindig csupán az uralkodó osztály produkálta művészi építészetet, építőművészetet értem, a szocialista társadalom építészetével kapcsolatban ezt a fogalmat mindig az egész építészetre használok, melynek a társadalomtól rábízott elsősleges feladata, hogy a »hasznosság« szempontjának sokoldalú kielégítésén túl, a »szépség« szempontjának maximális érvényesítésével tegye mindig gazdagabbá, holdogabbá, szebbé a dolgozó nép életét.

A szocializmus kora építészetének tehát még csak az — említett — alapvetően, minőségileg más feltételei születtek meg. Ez azonban még nem jelenti azt, hogy mai építészetünkben máris erősen érvényesülnek ezek a feltételek. Az építészet dialektikájának a történeti példákon megismert törvényei — a feltételek e sajátos változása ellenére — többé-kevésbé hasonlóképpen érvényesülnek ma is, többek közt abban is, hogy az építészet minden más művészetnél lassabban mozog, egyenlőtlenül fejlődik. Egyáltalán nem lehet tehát állítani, hogy az új nagyszerű feltételek alapján máris kialakult a szocialista-realista magyar építészet : a szocialista tartalom és az új nemzeti forma.

Ezért — a fejlődés meggyorsítása, előbbrevitele érdekében — van szükség az építészet dialektikájának — éppen a következők szerint való — tárgyalására.

Az építészetelmélet problémája

Az építészetelméleti irodalomban az utóbbi években mind gyakrabban vetődik fel a probléma : vajon mindaz, amit ezideig e téren, e címen produkáltak, nevezhető-e tudománynak ; pontosabban : van-e már marxista építészetelmélet ?

A. V. Vlaszov — ma Moszkva főépítésze — már 1948-ban nemleges választ ad e kérdésre egyik cikkében, melyben a Szovjetunió Építészeti Akadémiájának munkáját bírálja.[2] Öt évvel később a legjelentősebb szovjet építészeti folyóirat, az *Arhitektura SzSzSzR* szerkesztőségi cikkében ismétli meg e választ szélesebben és élesebben.[3] Legújabban az 1954 decemberében megtartott moszkvai építészeti konferencián kéri számon az Akadémiától a marxista építészetelméletet, sőt rámutatnak az elmaradottság, a hiány ellentételére is: miként támasztották alá téves elméleti megállapításokkal a teoretikusok a realitástól elszakadt építőművészeti gyakorlatot.[4]

Az építészetelmélet elmaradottságának, sőt teljes hiányának ilyen megállapításai igen hasonlatosak ahhoz az állításhoz, melyet 1951-ben én is megkockáztattam. Csupán, miként Vlaszov, az *Arhitektura* és a moszkvai konferencia, én is olyan valamit hiányoltam, aminek léte — az összes lényeges körülmények mérlegre tétele esetén — ez idő szerint még alig hiányolható.

Marx — ugyanis még 1859-ben — a következőket állapította meg: »Szükségünk van a művészeti formáknak a legapróbb részletekig hatoló teljes elemzésére minden művészeti ágban . . . és nem utolsó sorban rendszeres művészettörténetre a legrégebb és legritimáltabb kezdetektől. Sok időt vehet igénybe ezeknek a feladatoknak a teljesítése, de ezzel lehet előkészíteni az anyagot . . . az esztétika tudományának felépítésére.«[5]

Mindaddig tehát, amíg e marxi állítás értelmében nincs marxista építészettörténetünk, nem lehet építészetelméletünk, építészeti esztétikánk sem, olyan, mely a legmagasabb mértékkel mért tudomány elnevezésére méltó.

A Szovjetunió Építészeti Akadémiája azonban mégis sokat tett e marxi tanítás valóraváltására az építészetelmélet előkészítése érdekében, aminek

[2] A. V. Vlaszov: *A szocialista építészet alapkérdései. Pravda*. 1940. szept. 25.-i sz.

»Az Akadémia egyetlen marxista munkát sem adott ki a szovjet építészetéről, hatalmas építési gyakorlatunk egyetlen komoly elemzésével, kritikai megítélésével nem szolgált. A szovjet építészet értékelésében az egyetlen helyes, a szocialista módszer alkalmazása, komoly elméleti alap teremtése, a mai napig nem történt meg.« » . . . Az ideológiai kérdések elhanyagolása . . . gyakorlati építészetünk torz jelenségeinek egész sorát idézte elő.«

[3] Az építészettudomány legfontosabb feladatai. *Arhitektura SzSzSzR*. 1953. 9. sz. 1—5. l.

»A Szovjetunió Építészeti Akadémiájának legkomolyabb hiányossága mindenekelőtt az a megengedhetetlen lemaradás, amely a szovjet építészetelmélet területén mutatkozik . . . az építészet nagy elméleti kérdéseivel kapcsolatban nincsenek komoly tudományos kutatásaink. N. G. Csernisevszkij annak idején . . . utalt arra, hogy . . . az esztétika általános kérdéseit meg kell magyaráznunk, ha a művészet gyakorlati feladatait meg akarjuk érteni.« » . . . Arra a kérdésre, hogy mi is tulajdonképpen az építészet, nincs pontos, meggyőző, tudományosan megalapozott válaszunk.« » . . . Melyik az a mozzanat, amittől az anyag műalkotássá válik és milyen körülmények között történik ez meg? Mikor lesz az építés építőművészetté? Az épület funkcionális, szerkezeti és egyéb sajátosságainak lényege milyen minőségi változáson megy át, amikor a művész ezeket alkotása egységében összefogja? Mik a határai és melyek lehetőségei annak, hogy társadalmunk mozgató, szervező és átalakító eszméi az építészetben visszatükröződjének?« »Mindezekre a kérdésekre nincs feleletünk.«

[4] G. A. Gradov, a SZU Építészeti Akadémiája Társadalmi és Ipari Épületek Intézete osztályvezetőjének beszéde. *Sztrioityelnaja Gazeta* 1954. dec. 3.-i sz.

»A Szovjet-építészet Osztályának vezetője... könyvében azt írta, hogy a XVIII. és XIX. sz. orosz építészetének nyelve... teljesen összhangban van a szépségről alkotott szocialista felfogásunkkal.«

[5] Marx: *Esztétika. Címző a The new american encyclopaedia-ból. The communist review*. 1951.3. sz.

bizonyítására éppen az Arhitektura említett bírálata szolgáltat érveket.[6] És ha az Akadémiának ezt a tevékenységét, elsősorban az egyetemes építészet-történet eddig kiadott kötetében dokumentált munkát, ugyancsak szigorú bírálat követte,[8] mely csupán jelentős anyaggyűjtésnek, s nem marxista építészettörténetnek minősítette azt, az Akadémia mégis megtette, amit az adott körülmények között tenni lehetett.

Ez természetesen nem jelenti azt, hogy lehetetlen a marxista építészet-történeti alapok lerakása előtt és felépítése közben, bár lehatárolt érvényű, mégis általában helyes építészetelméleti megállapításokat tenni. Lehet! Csupán az a baj — ami egyébként az építészettörténeti munkában is akadályozza az előrejutást —, hogy már e lehetőséghez is többé-kevésbé hiányzik az ideológiai, sőt általában a szakmai felkészültség is. S hozzá — az ideológiában — nem elégséges a marxizmus elméletének és módszerének tézisszerű ismerete sem, a felkészültségnek el kell érnie a tézisek szakmára-alkalmazni-tudásának viszonylag legmagasabb színvonalát.

A helyzet azonban ezen a téren *Engels* óta — sajnos — alig változott. *Engels*nek az a találó megállapítása, hogy »Ha a teoretikusok féltudásúak a természettudomány területén, tényleg éppoly féltudásúak a mai természetbúvárok az elmélet területén, melyet idáig filozófiának neveztek«, [9] erősen érvényes a marxisták és az építészet, az építészek és a marxizmus viszonylatában is.

Így aztán az építőművészeti gyakorlat részéről annyira igényelt azonnali elméleti segítség rendszerint vulgármarxista, vagy éppen antimarxista »elméleti megállapításokban, sőt egész dolgozatokban realizálódik.

Ezeknek egyik fajtája úgy jön létre, hogy a marxizmus—leninizmus nagyjaitól származó néhány alapvető általánosítást próbálnak a szakterületre szűkíteni, alkalmazni. Az ideológia és a szakma megfelelő színvonalú ismeretében ez a kísérlet bizonyos mértékű — és időleges érvényű — sikert hozhat, de nem pótolhatja az elmélet (az esztétika) módszeres, tudományos, valóban marxista felépítését.

Hogy azonban milyen megtévesztők is lehetnek az ilyesfajta elméleti színezetű megállapítások, mutatja az a — bizonyára szélsőséges, tehát nem általánosítható — példa, amit a moszkvai konferencián *G. A. Gradov*, az Akadémia egyik intézetének osztályvezetője idéz. Méghozzá éppen az Építészettör-

[6] *Az építésztudomány legfontosabb feladatai. Arhitektura SzSzsZR. 1953. 9. sz. 1—5. 1.*
»A Szovjetunió Építészeti Akadémiájának... kiadványai között ott vannak az építészet klasszikusainak elméleti munkái, a... világ legkiválóbb építészeti emlékeinek monográfiái. Az akadémia először adott ki az orosz építészettel foglalkozó összefoglaló műveket, s alapvető munkát végzett az egyetemes építésztörténet létrehozása érdekében...«

[7] *N. V. Vlagyimirov és mások: Arhitektura drevnyego mira. Moszkva, 1944.*

V. C. Blavatszkij és mások: Arhitektura drevnyej Grecii. Moszkva, 1949.

Sz. A. Kaufman és mások: Arhitektura drevnyego Rima. Moszkva, 1948.

[8] *B. Brodskij: Az »Egyetemes építésztörténet« második kötete. Arhitektura i sztrojtel-sztvo. 1950. 2. sz. 22—23. l.*

[9] *Engels: Anti-Dühring. 312. l. Szikra. Budapest, 1948.*

téneti és Elméleti Intézet egyik vezetőjét idézi, aki a marxizmus alapvető gazdasági törvényét így »alkalmazta« az építészetre: »*A szovjet építészet . . . teljesíti feladatát az egész nép egyre növekvő esztétikai igényének maximális kielégítése céljából.*« [10]

Az ilyenfajta — marxista és szakmai terminológiával »tudományyá« duzzasztott — »elméleti« tételek azonban, melyek bőven találhatók a fiatal szakirodalomban, természetesen nem segítik, hanem tévutakra vezetik a gyakorlatot, nem enyhítik, hanem fokozzák a zavart az építészetben.

Egy másik fajta elméleti megnyilatkozás, mely nem kevésbé veszedelmes, analógiákkal dolgozik és szorgalmasan transzponálja az egyik, vagy másik művészetre esetleg helyes, esetleg valóban marxista megállapításokat saját művészeti területére. Így találkozhatunk — például — az irodalmi szempontok merev átvitelével a szocialista-realista képzőművészet, mondjuk a festészet világába, az építészet problematikájának vizsgálatánál pedig annak szobrászati, vagy éppen zenei szemléletével stb. Ettől a hibától marxista ideológusaink, esztétáink sem mentesek, akik nem egyszer megfélemlenek arról az óvatosságról, amivel nem kisebb ember, mint *Lenin* nyúlt a művészet kérdéseire. [11]

Ezért rendkívül fontos, hogy állandóan szem előtt tartsuk a marxizmusnak azt a megállapítását, mely szerint bármely, analógiák útján történő megállapítás csak akkor lehet helyes, ha minden összehasonlításra kerülő jelenség lényeges minőségi sajátosságait is figyelembe vesszük. Minden analógia feltételes és viszonylagos.

Egy harmadik fajtája az építészetelméletnek — s ez talán a legveszélyesebb —, mely a polgárság és a polgárság előtti esztétikai nézeteit részben vagy egészben ma is érvényesnek, sőt örök érvényűnek tekinti, anélkül, hogy azok marxista vizsgálatát elvégezte volna. Betetőzi az egészet, hogy ez az elmélet-fajta ezeket az ellenőrizhetetlen esztétikai nézeteket valami különös marxista frazeológiába burkolva könnyen megtéveszti a jóhiszemű, de a filozófiában járatlan szak- és nem-szakembereket — sokszor az elméletfajta művelőit is —, és könnyű eszközévé válik (mint egyébként az előbbi elméletfajta is) az opportunistáknak, hogy igazolják vele éppen aktuális gyakorlatukat.

Mindezek ellenére mégis lehet — ismétlem: a marxista építészettörténeti alapok lerakása előtt és felépítése közben is — helyes építészetelméleti megállapításokat tenni, olyanokat, melyekkel elősegíteni és ellenőrizni lehet a gyakorlat munkáját. Ezeknek a — nyilván határolt érvényű — megállapításoknak forrása azonban csakis az építészet sajátos dialektikájának kutatása lehet.

[10] *G. A. Gradov* a SZU Építészeti Akadémiája Társadalmi és Ipari Épületek Intézete osztályvezetőjének beszéde. *Sztroityelnaja Gazeta*, 1954. dec. 3.-i sz.

[11] *Lenin az irodalomról*. 140 l. Szikra. Budapest, 1951.

Azt írja itt *Majakovszkij*ről: »*Nem tartozom az ő költői tehetségének hívei közé, habár teljes mértékben elismerem, hogy ezen a téren nem vagyok illetékes.*«

E kutatómunkának pedig csupán egyetlen bázisa van, s ez a marxista dialektikus materializmus.

Az építészet sajátosságának problémája

Az építészet dialektikájának sajátossága az építészet sajátosságában rejlik. Ezért mindenekelőtt meg kell kísérelnünk ennek definiálását.

Sztálin mondja a nyelvtudományi vitában a társadalmi jelenségekről, hogy e jelenségeknek »megvannak a maguk különleges sajátosságai, amelyek megkülönböztetik őket egymástól«, s »amelyek mindennél fontosabbak a tudomány szempontjából.«[12]

Arra a kérdésre tehát, hogy mi az építészet, nyilván nem abból kapjuk meg a helyes választ, ha csupán azt vizsgáljuk, ami benne közös a többi művészettel. Természetesen ez is nagyon fontos, de sokkal fontosabb — és a jelenségek megismerésének és meghatározásának alapja — az, ami az építészetben más, mint a többi művészetben, amiben tehát az építészet *különbözik* a többi művészettől. Ugyanez az azonban egy pillanatra sem szabad megfeledkeznünk arról, hogy a *közös* és a *különböző* dialektikusan összefügg, egymástól elszakíthatatlan.

Ezek szerint az építészet sajátosságának meghatározása alapvető fontosságú, s az építészetelmélet helyes felépítése nélkül elképzelhetetlen.

A művészetek különböző ágaiban — az irodalomban, a zenében, a festészetben, szobrászatban és az építészetben — valóban vannak közös és vannak hasonló vonások. A közös vonások azonban — természetesen — egészen általánosak, olyanok, melyek az *egy* társadalomhoz, az *egy* kultúrához tartozást jelzik, hiszen egy adott társadalmon belül mindegyik művészeti ág általában ugyanazokat a művészeti nézeteket akarja a maga sajátos eszközeivel és lehetőségeivel közvetíteni. A hasonló vonások pedig gyakran csak felületiek, nem hatják át az egész keresztmetszetet.

Viszont, amint közelebbről vizsgáljuk az egyes művészeti ágakat, mindjobban olyan sajátosságok tűnnek elő, melyek csakis az egyes ágakra jellemzők. Ezeknek a sajátosságoknak, ezeknek a *minőségi* különbségeknek alapján lehetséges, hogy irodalomról, zenéről, festészetről, szobrászatról, építészetről egyáltalán beszéljünk, hogy az írók valóban költészetet, a zenészek muzsikát, a festők piktúrát, a szobrászok plasztikát, az építészek architektúrát teremtsenek.

A minőségi különbségek már az egyes művészeti ágak termelőeszközeivel (szerszámaival, anyagaival, szerkezeteivel), termelőmódszereivel (technikájával) kapcsolatban jelentkeznek. A minden művészetben *más* termelőeszközök és

[12] *Sztálin*: *A nyelvtudomány néhány kérdéséhez. A szovjet nyelvtudomány kérdései.* 294. l. Szikra. Budapest. 1950.

módszerek ugyanis minden művészetben más fontosságúak: az irodalomban alig, a festészetben, szobrászatban, zenében inkább, az építészetben viszont erősen éreztetik hatásukat a művészeti nézetek realizálására, a mondanivaló közvetítésének, a kifejezésnek lehetőségeire, formáira.

S valóban az irodalmat alig érinti, hogy papíruszra írónáddal, vagy papírosra töltőtollal írják. A festészetben a freskó és a miniatúra régi és új eszközei és módszerei valamiképpen már jobban befolyásolják a mondanivaló hangsúlyát és terjedelmét. Méginkább érvényes ez a szobrászatra, ahol a fába- vagy kőbefaragás, a gipszbe- vagy bronzbaöntés anyaga — technikája nem közömbös az ábrázolás árnyalatai — finomsága, ereje — szempontjából. És kétségbevonhatatlan, hogy a zenei instrumentumok különbözősége, fejlettsége, szóló használata, vagy orchestere mennyire hozzájárul a zenei mondanivaló variálásához.

A termelőeszközök — szerszámok, anyagok, szerkezetek — hatása az építészetre, azonban sokkal nagyobb, mint a többi művészetre, mert az építészeti alkotások egyben *használati tárgyak* is s így — természetesen — szorosan össze kell fűggniök az ipari technika általános fejlődésével. Az egyiptomi építészet súlyos és tömör formái — és mondanivalói — nyilván a súlyos kőanyaggal, a kőszerkezettel, és a kezdetleges rabszolgamunkával, a huszadik század építészetének könnyed és nyitott formái — és mondanivalói — pedig nyilván a vasbeton, vas—üveg anyaggal, szerkezettel és a fejlett építőtechnikával függenek szorosan össze.

Minőségi különbség van az egyes művészetek sajátos szerepe közt is, mellyel részt vállalnak a valóság sokoldalú megjelenítésének feladatából. Ez a szerepvállalás, ez a munkamegosztás aszerint alakul ki, hogy az egyes művészetek, sajátos eszközeik, technikájuk segítségével, az objektív valóságot hogyan tudják, a valóság mely oldalát képesek legjobban, művészien tükrözni. Mind-egyik művészet másképpen és más oldalról tükrözi a valóságot anélkül, hogy lemondana az *egésznek* a visszaadásáról.

E munkamegosztás alapján — vulgáris megfogalmazásban — az irodalom lényegében *elmondja, leírja*, a festészet, a szobrászat lényegében *ábrázolja* a valóságot. A zene már bonyolultabbnak látszó jelenség. Mindenekelőtt talán *hangulatot ad*, érzelmeket közvetít, olykor — az ún. programzenében — »utánozza a természetet.« Sokszor maguk a zeneesztéták is más művészetek világából kölcsönözött hasonlatokkal igyekeznek sajátosságukat megközelíteni, nem beszélve arról, amikor a zene — miként az építészet is —, a vokális és a színpadi zenei formákban, más művészetekkel társul a közérthetőség kedvéért.

És az építészet?

A reneszánsz-vég nagy építész, *A. Palladio*, azt állítja, hogy: »... az építészet utánozza a természetet.« [13] Palladio állításának eredete után a történelem

[13] *A. Palladio: I quattro Libri dell' Architettura*. Venezia, 1570. Lib. I. XX.: »... l'Architettura imitatrice della Natura.«

mélyében kell kutatnunk, mégpedig az ókor írásaiban, és az ősi és ókori építészet maradványaiban. Ezekben lelhetők fel azok az utalások és nyomok, melyek a gondolat ősi voltára mutatnak.

Arisztotelész — például — úgy véli, hogy a művészet keletkezésének pszichológiai gyökerei az *utánzás* örömeiben keresendők, bár a művészeti alkotások nem egyszerű másolatai a természetnek, a valóságnak.[14] *Egyiptomban* — például — *Szahuré fáraó abusziri halotti templomának* udvarát kerítő oszlop-



1. Abuszir. Szahuré fáraó halotti temploma

folyosó (1. kép) architektúrája — a pálmafát utánzó kő oszlopaival és ezek felett a csillagos eget utánzó kő mennyezetével — nyilván a temetési menet útjának szegélyére ültetett pálmafákat, s velük az egyiptomi tájat akarja reprodukálni.

Kétségtelen azonban, hogy ilyen szemlélete az építészetnek egyoldalú és szűk, az ókor emberének a természethez való mitologikus kapcsolatával függ össze, ami eltakarja szeme elől az építészetnek a társadalomhoz való valóságos kapcsolatát. Kétségtelen azonban, az is, hogy az építészet ilyen kezdetleges szemléletének felismerése és helyes értelmezése nélkül nem érthetők meg teljesen sem az ókor alkotásai, sem azok az alkotások, melyek e szemlélet teljes elhalásáig létrejönnek.

Az építészet e szemlélete tehát csak Palladio után tűnik el, hogy kb. a XVIII. sz. végén helyet adjon egy másiknak, mely az építészetet már nem

[14] Sándor Pál: *Filozófiai lexikon*. 52. l. Budapest. Faust. 1941.

tekinti a természet utánzásának, »ábrázolás«-ának, hanem olyan művészetnek, mely bizonyos formákkal, formai elemekkel, egyezményes jelekkel *jelképez*, *kifejez* bizonyos egészen általános érzelmeket és gondolatokat. Ez a szemlélet sem látja tisztán az építészet és a társadalom valóságos kapcsolatát, s ezért nem látja az építészeti formák történeti voltát sem, kötöttségét a társadalomhoz, mely létrehozta azokat.

Mindkét szemlélet a maga korában a társadalom és a társadalmi tudat fejlettségének megfelelő, lehetséges szemlélete az építészetnek. Mégis az építészet új, társadalmunk és társadalmi tudatunk fejlettségének megfelelő, szemléletének kialakulásáig elégedjünk meg — bizonyos fenntartásokkal — mi is az építészetnek a művészeti munkamegosztásban betöltött feladatköre megfogalmazásakor azzal, hogy az építészet — nem utánoz, nem ábrázol, hanem — *kifejez*, kifejezi a valóságot. S ez mindenesetre lényegbevágóan megkülönbözteti a többi művészettől.

A felépítmény-jelleg felismerhetőségének könnyebb-nehezebb volta is összefügg a művészetek feladatkörének, azaz maguknak a művészeteknek sajátos különbözőségével. Az irodalom — mondhatni sokszor: az író akarata ellenére — azonnal elárulja felépítmény voltát: így vagy úgy állást foglal az adott társadalom alapjának védelmében vagy annak ellenében. A zene viszont — mint másik véglet — szinte a felépítményen kívülállónak látszik, alig érzékelhető állásfoglalása társadalmá mellett vagy ellen. S valahogy így van ez az építészettel is. Holott irodalom, zene és építészet — mint művészet — ugyanabban a társadalomban, ugyanabban a korban nyilván az adott alap felépítményének sajátos jelentkezési formái.

A művészetek ilyen — különbözősükből származó — sajátságosságának pontos, egzakt megállapítása, az irodalom-, a többi művészet- és az építészet-tudomány feladata. Amíg ez meg nem történik, minden, e sajátságosságokat összegező, magát a vizsgált művészetet definiáló meghatározás csupán időleges érvényű lehet a maga pontatlanságában.

G. Minervin szovjet teoretikus — például — az építészet sajátságosságát így definiálja: »Az építészet — mely a valóság gyakorlati átalakításának szolgálataiban áll és egyidejűleg a társadalmi tudat különleges formájaként jelentkezik — a művészi alkotás és a materiális termelés elszakíthatatlan kapcsolata.« [15]

Több-kevesebb pontossággal ezt mondja az építészet sajátságosságáról a szakirodalom többi definíciója is. [16]

[15] G. Minervin: *A lenini tükrözési elmélet és a szovjet építőművészet elméleti kérdései. Arhitektura SzSzSzR.* 1953. 1. sz.

[16] Mácza J.: *Az építőművészet természetéről és jellegéről. Szovjetszkoje Iszkuszto.* 1953. VII. 13.-i sz.

»Az építőművészet az anyagi és technikai alap, a gyakorlati rendeltetés és az eszmei-művészeti tartalom egysége. Az építőművészeti alkotásoknak a lehető legjobban meg kell felelniök a társadalom — melyben létrejönnek — életszükségeinek és életformájának. Ugyanakkor vissza kell tükrözniök... e társadalmat foglalkoztató eszméket, gondolatokat és érzelmeket.«

Az építészet sajátosságának kétségtelenül lényege, hogy egyrészt a művészi formákban (kompozícióban) közvetíteni akarja korának, társadalmának, népének — e társadalom, e nép egy osztályának, egy rétegének — gondolatait, mondanivalóit, tehát a maga sajátos művészi eszközeivel a valóságot igyekszik kifejezni, másrészt a kor anyagi, technikai eszközeivel különböző emberi-biológiai — és társadalmi funkciók számára használható, védelmet, keretet biztosító teret, téregyüttest létesít (azaz egyrészt tükrözi a valóságot, másrészt maga a valóság). Az építészetnek az a »kettőssége«, hogy *kifejez* — tehát szellemi igényeket elégít ki — és hogy *szolgál* (használható) — tehát biológiai, társadalmi igényeket tölt be — teszi döntően mássá, sajátosságává, minden mástól különbözővé ezt a művészetet. Ugyanekkor ez a »kettőség« — legalábbis a kiemelkedő alkotásokban — valójában egység, az építészet említett két oldalának szoros, egymástól elszakíthatatlan, dialektikus egysége.

Az építészet sajátosságának ilyen — nyilván nem eléggé pontos — megfogalmazásának állandó szemeltartásával — feltárható az építészet egész dialektikája. Ennek segítségével pedig többé-kevésbé kifejthető, megérthető és megmagyarázható az építészet minden aktuális problémája is.

Az építészet dialektikájának feltárása kétféleképpen történhetik: vagy a történeti múlt kiemelkedő alkotásának minden vonatkozású analízise útján, vagy annak vizsgálatával, hogy a dialektika egyes alapvonásai milyen — sajátos — módon érvényesülnek az építészet jelenségeiben. Az előbbi a tudományosabb és nehezebb módszer, alkalmazása a marxista építészettörténetírás feladata, az utóbbi a didaktikusabb s a viszonylag könnyebb módszer, de épp ezért alkalmazásában több a tévedés lehetősége.

A következőkben — az elmondottakból érthetően — az utóbbi módon kísérlem meg az építészet dialektikájának felvázolását. Éppen mert ez idő szerint még mindig csak vázlatról lehet szó, fokozott mértékben érvényes e kísérletre, hogy miként a tudat a valóságot csupán megközelítő pontossággal tükrözi, a kimondott vagy leírt mondanivaló még tovább durvítja a gondolatot. Amikor tehát a továbbiakban talán túl vulgárisan bontok szét bonyolult jelenségeket és vizsgálom tényezőiket, abban a tudatban teszem, hogy a valóságos jelenség dialektikus egységében ezek a tényezők áthatják egymást, elválaszthatatlanok egymástól.

**Az építészetben is minden összefügg egymással,
az építészet is beletartozik az összefüggések egyetemességébe**

Az építészet sajátosságának definiálása már rámutat az építészet összefüggéseinek sokféleségére. Ebben a sokféleségben rendet mindenekelőtt valamiféle kategorizálással tudunk teremteni. Erre a célra igen alkalmasnak

látszik, ha e kategorizálást az *alaphoz* és a *felépítmény tényezőinek* és az *alaphoz és felépítményen kívülálló tényezőknek* csoportosításával kíséreljük meg elvégezni.

Az összefüggések rendjében az építészet létrejötte, fejlődése szempontjából is döntőek az *alaphoz* fogalomkörébe tartozó *összefüggéstényezők*. Az *alaphoz*, a társadalom gazdasági rendje, a termelési viszonyok határozzák meg — a társadalom fejlődésének adott szakaszában — a társadalmi-, az osztályviszonyokat, a szembenálló osztályokat és — többek közt — azt is, hogy az osztályok, vagy az osztályon belüli jelentős rétegek melyikéből kerülnek ki az épület megrendelője : az »*építtető*«, az építészeti alkotás elgondolója : az *építész*, az építészeti mű megvalósításának irányítója : a »*kivitelező*«, s a munka tényleges végrehajtói : az *építők*.

A *felépítmény tényezői*, amelyek az adott alaphoz nőnek ki és arra visszahatnak, hasonlóképpen nagy jelentőségűek az építészet alakulása, az épületalkotást létrehozó folyamat szempontjából. Ez összefüggések sorába tartoznak mindazok a hiedelmek, ismeretek, gondolatok, és elméletek, melyek a vallásban, az erkölcsben, a jogban, a filozófiában és az irodalomban, a zenében a festészetben, a szobrászatban, tehát az építészetben is sajátos formát öltenek. A *felépítmény megjelenési formáinak tényezői*, noha sajátosan különböznek egymástól, kölcsönösen megvilágítják egymást, hatnak is egymásra, sőt sok esetben szorosan együttműködnek.

Az építészet sajátosságának következménye, hogy létrejöttében igen jelentősek azok az összefüggések, amelyek az *alaphoz-felépítményen kívüli tényezők* kategóriájába sorolhatók.

Ide tartoznak elsősorban a földrajzi, a geológiai adottságok és az ezekhez közvetlenül kapcsolódó helyi, természetes anyagok (fa, agyag, kő) adottságai, aztán az éghajlati adottságok és végül az etnikum, tehát az építészetet teremtő nép, az ember, s ennek az embernek pszichofiziológiai adottságai. A felsorolt tényezők közös tulajdonsága, hogy rendkívül lassan változnak és csupán a gazdasági, társadalmi, tudományos fejlődés magasabb szintjein változtathatók. Illetőleg hatásuk az építészetre, részvételük az építészet kialakulásában előbb teljes, később az ember korlátok közé szorítja érvényesülésüket, sőt egyikük-másikuk befolyását ki is küszöböli.

Az építészettel szorosan összefüggő *alaphoz* — *felépítményen* — *kívüli tényezők* egy másik sora viszont állandóan változik, fejlődik, mert az ember szüntelenül munkálkodik változtatásán, fejlesztésén. Ilyen tényezők a mesterséges építőanyagok, az építőeszközök, az építőszerkezet, az építőtechnika, melyek együttesen az építészet termelőeszközei, és ilyen az építő ember munkája, építő tapasztalatai, találmányai, tudománya, melyek a termelőeszközökkel együtt jelentik az építészet termelőerőit.

Az építészet belső és külső összefüggéseinek már e durva felsorolása is jó valamire, arra, hogy az építészet általánosan szűkkörű, egyoldalú szemléle-

tének laikus és nem laikus hangadóit, a valóság bonyolultságára utalással, kellő óvatosságra intse.

Éz az egyszerű felsorolás azonban — nyilván — nem elégséges a dialektikus szemlélet számára. Az összefüggések bonyolultságából csak *konkretizálással*, azaz az összes lényeges összefüggések feltárásának helyhez és időhöz kötésével lehet a valóságot, az igazságot kibontani. Az építészetben kifejezett és képviselt valóság tehát csak akkor mutatja meg magát számunkra, ha egy adott kor adott tájának építészetét, — vagy az építészet egyetlen alkotását — a tájnak és kornak megfelelő legfontosabb összefüggések feltárásával vizsgáljuk.

Ha majd ezt a vizsgálatot alulról felfelé — a kezdetektől napjainkig — elvégezzük, tapasztalni fogjuk, hogy az összefüggések egyes tényezői különböző helyeken és különböző időkeresztmetszetekben, sőt ugyanazon a helyen és időben létrejött különböző alkotásokban is, más és más jelentőségűek. Egy-egy kor építészetének értékelésénél, mai építészetünk produkálásánál és bírálataánál tehát pontosan meg kell állapítanunk az egyes összefüggések jelentőségét vagy jelentéktelenségét, hogy megismerésünk, alkotásunk, kritikánk igazsága kontréttá, helyessé váljék.

Az ősközösségi társadalom »kezdetleges« építészetében — például — az egyes építmények létrehozatalában kétségtelenül döntően érvényesülnek az alapon-felépítményen — kívüli tényezők — az éghajlat, a helyi anyagok stb. — míg a felépítmény tényezői csak a termelőerők, a társadalom fejlődésének bizonyos szakaszában — az ősközösség bomlásának utolsó periódusában, a civilizáció küszöbén — jelentkeznek, de még sokáig nem lesznek uralkodó tényezőkké. Viszont már a legrégebb osztálytársadalmak építészetében is — miközben még erősen érezhető az alapon-felépítményen kívüli tényezők hatása — jelentőségében mindjobban az összes tényezők fölé kerekedik a felépítmény, az ideológia-közvetítés tényezőjének hatása.

Építőművészetünk hibái, elméleti és gyakorlati tévedései, az építőművészet sajátyszerűségének fel nem ismerésén túl, igen gyakran az építészet előbb vázolt, bonyolult összefüggéseinek fel nem ismeréséből, a lényeges összefüggések egy részének figyelmen kívül hagyásából származnak. Amikor produkálunk, értékelünk, bírálunk — általában — az összefüggések egy egészen szűk körére, merev építészeti normákra, pszichofiziológiai adottságokra, »örök-érvényű« arányokra stb. korlátozzuk megállapításainkat. Ugyanekkor az összefüggéseket helytől és időtől függetlenül, tehát történetietlenül szemléljük, s így következtetéseink, megállapításaink (elméletünk) és alkotásaink (gyakorlatunk) is csak helytelenek, hibásak lehetnek.

Így estünk a konstruktivizmus és a funkcionálizmus hibájába azzal, hogy az összefüggések rendjéből kiragadtunk egy-egy kétségtelenül fontos tényezőt, s az építészeti alkotás döntő tényezőjévé emeltük, megfélekedve egyéb igen fontos, ezeknél is fontosabb, tényezőkről. Amikor azonban a funkcionálizmust, a konstruktivizmust és a többi hasonló törekvést — nem egészen tiszta ideoló-

giai meggondolásokkal — visszautasítottuk, a hibát, más lényeges összefüggés kizárólagossá tételével, ismét elkövettük.

Most az építészet formái oldala vált annyira döntővé, hogy minden egyéb összefüggés semmivé lett mellette. Ezt mi sem bizonyítja jobban, mint hogy az építészeti formák történetisége is elsikkadt. Minden valaha volt építészeti formát egyetlen, hatalmas rezervoárba öntöttünk, s építőművészeinknek nem maradt más feladatuk, mint hogy ebből a rezervoárból válogassanak alkotó munkájukhoz. Pontosabban : az építészeti »formakincs« jelentőségének ilyen értelmezése mellett, meg nem vizsgált analógiák alapján, kijelöltük e kincs klasszicista részét, mint megújuló építészetünk aranyfedezetét. Az építészeti hagyományok felhasználásának ilyen alapvetően helytelen értelmezése nyomán aztán megjelentek és eluralkodtak építészetünkben az archaikusan reprodukált meg a félreértett és félretorzított klasszikus formák. S ettől az időtől kezdve nem lehetett kiejteni a szakmában olyan »eretnek« fogalmakat, mint »anyagszerűség«, »szerkezetszerűség«, »funkció« a gyanúbakeveredés és a funkcionalizmus vagy konstruktivizmus »visszacsempészésének« vádjá nélkül. A metafizikus idealizmus csöbréből vödrébe estünk. Holott a lényeges összefüggések rendjéből büntetlenül egyik sem hagyható ki, egyik összefüggés sem lökhető le arról a szintről, melyen az alkotó folyamat törvényszerűségei szerint részt vesz a mű létrejövetelében.

Hogy a különböző lényeges összefüggések milyen szinten vesznek részt az építészeti összprocesszusban, erre is a dialektika adja meg a feleletet, és pedig a dialektikának a mozgásformák minőségi különbözőségeire vonatkozó tanítása.

Az építészet is mozog, változik, fejlődik

Az építészet is, minden egyes alkotás és minden építészeti összefüggés, minden, amiből épület és építészet lesz — miként minden a világban — mozog, változik, fejlődik.

A mozgásoknak abból a bonyolultságából, amit építészetnek nevezünk, emeljük ki néhány fontos összefüggést, csupán absztraktnan, és vizsgáljuk meg közelebbről saját mozgását és beilleszkedését a mozgások bonyolult összességébe. És pedig emeljük ki az *építőanyagot*, az *építőszerkezetet* és a *funkciót* — anyagi és szellemi (tehát teljes) értelmezésben —, melyek együttesen az *építészeti tartalmat* jelentik, s végül magát az *építészeti formát* (formálást, komponálást), mellyel az összefüggések bonyolultságában megteremtődik a kifejezés művészi rendje.

Sztálin használja ezt a hasonlatot a nyelv-vitában : » . . . az *építőanyagok* az *építésnél* nem jelentik az *épületet*, jóllehet nélkülük lehetetlen az *épületet* fel-

építeni.«[17] A sztálini hasonlat pontosan rámutat az *építőanyag* jelentőségére, viszonyára a műhöz, helyére az építészetben.

A dialektika megállapítása az építőanyag helyéről az építészetben egyezik a sztálini hasonlat megállapításával. A dialektika szerint a világ anyagi, az anyag mozog és mozgása állandó. Az építőanyag is mozog tehát, benne fizikai, kémiai mozgások mennek végbe, s az építészet — az építőtechnika — is végeztet vele bizonyos mechanikai, fizikai mozgásokat. Az építőanyag »részt vesz« az épület létrehozásában, s ha az létrejött, évről évre jobban »fárad« : csupa mozgás, változás. Az építőanyag mozgása ezek szerint lényegében a vegyi mozgás formációjába tartozik, annak sajátos törvényszerűségeivel, melyekben bennefoglaltaknak — lefelé — a fizikai és a mechanikai mozgások törvényszerűségei is.

Az *építőszerkezet* sem több ennél. A szerkezetek lényegükben az építőanyag különbözőképpen kialakított formái, melyek közül a teherhordó szerkezetek intenzívebben vesznek részt az épület megteremtésében a többinél, s ezért intenzívebb fizikai mozgások hullámzanak bennük, ezek minden egyéb mozgáskonzekvenciájával (fáradás stb.).

Az építőanyag és az építőszerkezet tehát — a mozgásformák hierarchiája alapján — bizonyos, meghatározott, alacsony szintet képvisel az építészet összprocesszusában. *Nincs nélkülük épület* — ahogyan Sztálin írja —, de önmagukban még nem jelentik az épületet.

Az épületet létrehozó összprocesszusban nyilván magasabbrendű mozgásformák is érvényesülnek.

A *funkciót — anyagi értelmezésben* — az embernek, mint biológiai lénynek szükségletei szabják meg. Az ember biológiai adottságai döntenek el az épület belső tereinek, helyiségeinek differenciálását, praktikus elrendezését, méreteit, megvilágításának, szellőzésének, temperálásának stb. követelményeit azzal a céllal, hogy az épület sajátos *rendeltetésének* minél tökéletesebben megfeleljen.

Ez a funkció is mozog, egyrészt, mert az ember biológiai adottságai is mozognak, fejlődnek — ha igen kis mértékben is —, másrészt, mert a biológiai adottságokból kiáradó emberi igények a történet folyamán állandóan változnak, fejlődnek, gazdagodnak. Az ősközösség emberének egyterű kunyhójától az osztálytársadalmak emberének sokrétű palotájáig, a rabszolgatársadalmak reprezentatív épületeinek gazdag funkciómegoldásától a kapitalista társadalmak sajátosan más — a technikai civilizáció fogásaival gazdagított — funkciómegoldásáig állandó a mozgás, a fejlődés. Ez a mozgás — mivel elsősorban kétségtelenül az ember biológiai adottságainak függvénye — a mozgások hierarchiáján belül nyilván magasabbrendű az anyag és a szerkezet mozgásánál, és ezeknél magasabbrendű sajátos törvényszerűségei vannak.

[17] *Sztálin : Marxizmus és nyelvtudomány. A szovjet nyelvtudomány kérdései.* 229. l. Szikra. Budapest. 1950.

Anyagi értelmezésben azonban a *funkció sem varázsolja* az anyag-szerkezetet épületté (a fogalom legmagasabbrendű értelmében), de kétségtelenül közelebb-ről meghatározza azt, mint az anyag és a szerkezet. Ugyanabból az anyagból, ugyanazzal a szerkezeti megoldással igen sokféle épületet lehet produkálni, ugyanazzal az anyagi funkcióval csak az épületek valamilyen fajtáját, típusát.

A *funkciót — szellemi értelmezésében —* az embernek mint társadalmi lénynek szükségletei határozzák meg. Az ember társadalmához, osztályához, osztályrétegéhez tartozása dönti el, hogy maga — és mások — számára alkotott épületeivel mit akar kifejezni, a valóságot tükröző gondolataiból mit kíván az építészet sajátos eszközeivel elmondani. Ez a szándék befolyik az épületnek a funkció előbbi, szűkebb, értelmezése szerinti alakításába: a terek komponálása, differenciálása, növelése stb. — főleg a reprezentálás épületeiben — túlnő az ember biológiai adottságaiból származó igények keretein. De ez a szándék az, ami elsősorban beleszól az épület *teljes tartalmának* megformálásába is. És itt jelentkezik a legvilágosabban az a tény, hogy tartalom és forma dialektikusan összefügg, elválaszthatatlan egymástól.

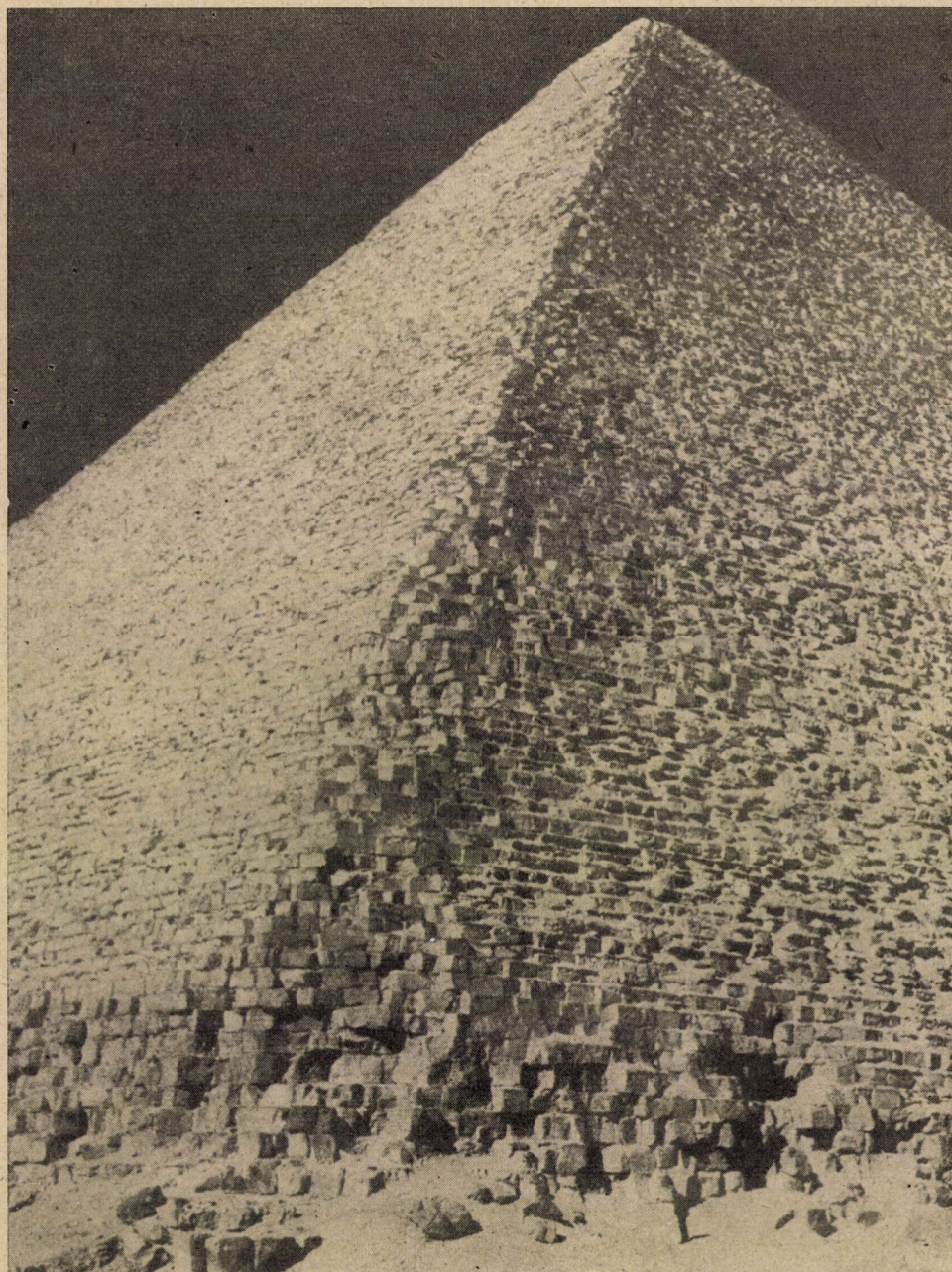
Ez a — szellemi — funkció is mozog, változását, fejlődését az építészet-történet útjának hatalmas mérföldkövei jelzik *Chufu piramisától* (2. kép) a *Lomonoszov egyetemig* (3. kép). Ez a mozgás kettős: a társadalom és a gondolat mozgásának, a mozgások rangsorában a két legmagasabbrendű mozgásnak, az összefonódása. Mindkettőnek sajátos törvényszerűségei vannak, s így csak saját törvényszerűségeik alapján lehet megérteni és megmagyarázni mozgásukat.

De az *anyag*, a *szerkezet*, és — mindkét értelmezésben — a *funkció* — együttvéve: a teljes építészeti tartalom — sem épület, sem építészet még. Mi teszi tehát az épületet épületté, hogyan lesz az anyag, a szerkezet, a funkció: a puszta tartalom — építészetté?

Nilván az *építészeti forma* (formálás, komponálás), mint az építés sajátos tehetségének alapján kifejtett intuitív és gondolati tevékenység eredménye az a tényező az összefüggések szövevényében, mely képes, és egyedül képes, a kifejezés művészi rendjét megteremteni, az építészetteremtés csodáját véghezvinni.

Az építészeti forma is mozog, változik, fejlődik, s ebben szorosan, dialektikusan összefügg a teljes építészeti tartalom mozgásával, változásával, fejlődésével. A történeti építészet egymást váltó stílusai bizonyítékai ennek a gazdag, sokrétű folyamatnak. A forma — a formálás, komponálás — mozgása, amint azt megállapítottuk, a művészi intuíció, az alkotó gondolat mozgása, s így a mozgások hierarchiájában ugyancsak a legmagasabbrendű mozgást képviseli.

Az építészet lényeges tényezőinek e minőségi sorrendje alapján mindenképp előtt azt állapíthatjuk meg, hogy nemcsak az a hiba, ha az épület megteremtésénél vagy bírálatánál valamely lényeges összefüggést — mondjuk a szerkeze-



2. Gizeh. Chufu piramisa

tiséget — nem vesszük figyelembe, hanem az is, ha az egyik lényeges összefüggést a másik, a lényegesebb fölé helyezzük, — mondjuk a szerkezetiséget a gondolatot (pontosan: a teljes tartalmat) kifejező formálásnak.

Ugyanekkor nagyon meggondolandó, hogy vajon egy magasabbrendű összefüggés-tényezőnek — például a formálásnak — szabad-e olyan mértékig uralkodnia az alkotáson, hogy az alacsonyabbrendű összefüggés-tényezők



3. Moszkva. Lomonosov-egyetem

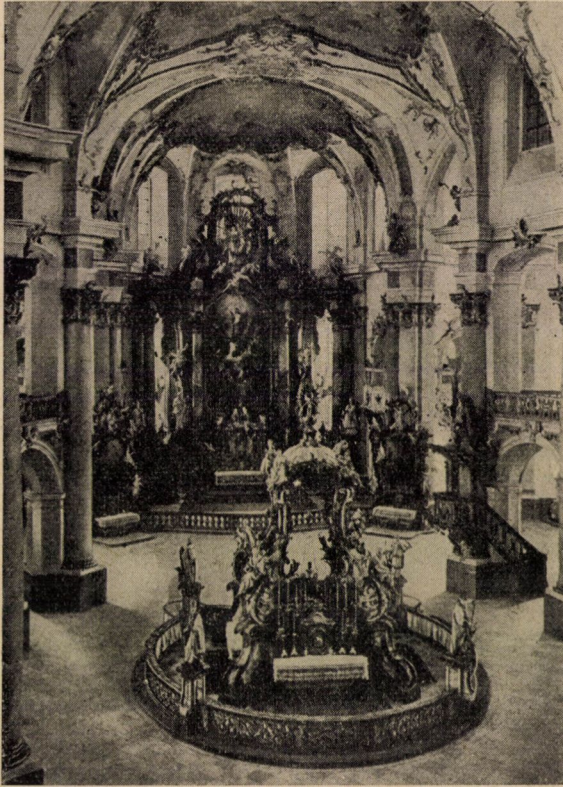
— például a szerkezetiség — érvényesülésének sajátos törvényszerűségeit teljesen elnyomja, sőt tagadja? Vagy éppen ellenkezőleg, a különböző összefüggés-tényezőknek — anyagnak, szerkezetnek, funkciónak, formának — valamiféle magasfokú — viszonylagos — harmóniában kell egyesülniök, melyben egyik a másikat mintegy alátámasztja, felfokozza?

A barokk építészet kiemelkedő alkotásai — például *Vierzehnheiligen templomának enteriőrje* (4. kép) — kétségtelenül megragadó művészi élményt nyújtanak. Ennek elismerése azonban nem tagadható meg a virágzó gótika ragyogó katedrálisaitól — például *Reims katedrálisának nyugati homlokzatától* (5. kép) — sem.

Az egyikben — a barokkban — a türelmetlen és nyugtalan gondolat szinte mindent maga alá gyűr, a gátját szakított formálás mindenén áthullámszik és — különösen a belsőknben — valósággal szétrobbantja, megsemmisíti az anyagot, a szerkezetet, a teret. A szerkezetiség sok vonatkozásban nem tudja

követni ezt a szertelen fantáziát, s így az architektonika kénytelen a festészetnek és a szobrászatnak átengedni az elsőbbséget, s maga is — saját törvényein túl — lágyan engedelmeskedik a művész formáló kezének.

A másikban — a gótikában, annak fénykorában — anyag, szerkezet, tér (funkció) valóban alátámasztja, felfokozza a gondolatnak, a formálásnak a barokknál nem alábbvaló fantáziagiagdagságát. Itt az architektonika nem



4. Vierzehnheiligen, Zarándok-templom

török meg a mondanivaló súlya alatt, nem tűnik el a kifejezés ékítményei mögött, hanem elsőslegesen maga vállalja a gondolat hordozását, s ebben a vállalkozásban, még a szobrászatot is alárendeli a maga törvényeinek.

Melyik a kettő — a barokk és a gótika — közül a különb, a »haladóbb« építészet? Amelyik felborítja, vagy amelyik megvalósítja az építészet összefüggéseinek hierarchikus rendjét? S vajon jelent-e valamit a különbségtételben, hogy az egyik — barokk — a gátlástalan jezsuita ellenreformáció és a dekadens feudális abszolutizmus, a másik — a virágzó gótika — az erősödő polgárság és a feudális anarchiából kiemelkedő központi hatalom építészete?



5. Reims. Notre-Dame székesegyház

Noha a válasz kézenfekvőnek látszik, a pontos feleletet nyilván a marxista építészettörténetnek kell majd megadnia.

A gyakorlat azonban — s ez természetes — nem tud várni a marxista építészettörténet és a marxista építészetelmélet pontos megállapításaira és útbaigazításaira. Nap mind nap felmerülnek a problémák, melyekre, legalább időlegesen, elfogadható elméleti megoldást kell találni.

Ilyen probléma, építészeti továbbfejlődésünk legaktuálisabb és igen nagyjelentőségű problémája — melyet az 1954 decemberében Moszkvában megtartott építőipari konferencia vetett fel és záróbeszédében *N. Sz. Hruscsov* fogalmazott meg —, hogy az építészet »művészeti oldala« és »gazdasági—műszaki oldala« közt miképpen jön létre a helyes kapcsolat, pontosabban : az építészet e két oldalának dialektikus egységében melyik oldal a magasabbrendű (a »fontosabb«)?

Mindenekelőtt állapotjunk meg a két új disztinkció értelmezésében. Az építészet »gazdasági—műszaki oldala« lényegében nem más, mint — előbbi meghatározásunk szerint — az anyag, a szerkezet, és az anyagi-funkció, azaz együttesen az építészeti tartalom anyagi része, »művészeti oldala« pedig a szellemi funkció és a forma, azaz az építészeti tartalom szellemi része és az építészeti forma együttesen.

Melyik oldal tehát a magasabbrendű (a »fontosabb«)?

Már közvetlenül a moszkvai konferencia lezajlása előtt, de főleg az azóta eltelt időben, mindenekelőtt természetesen a szovjet építészek keresik a kérdésre a helyes választ.

I. Nyikolajev, egyetemi tanár — például — ezt írja : »... a szovjet építészetben a gazdasági érdekek (szempontok) az elsőlegesek, a fontosabbak és a meghatározóak. Az esztétikai érdekek . . . ugyan igen aktívan befolyásolják a tartalmat, azáltal, hogy helyesen és objektíven vagy torzítva fejezik azt ki, mégis alárendelt szerepet játszanak.« »Az anyagi célszerűség elsőrendősége . . . az építészetelmélet egyik legrégebbi tétele . . . Vitruvius és Alberti egyaránt az építés technikai, munkaszervezési és gazdasági kérdéseit helyezi előtérbe.«[18]

Úgy tűnik, hogy ez az általánosabb állásfoglalás a moszkvai konferencia után, holott kissé túl éles elfordulást jelent az eddigi gyakorlatban megnyilatkozott állásfoglalástól.

Valószínűleg kevesebb az olyan vélemény, mely nem dönti el a »gazdasági—műszaki« és a »művészeti oldal« egymáshoz viszonyított »fontos«-ságának kérdését, csupán szétbonthatatlan egységükre utal.

D. Arkin, az Építészeti Akadémia levelező tagja — például — így fogalmazza meg ezt az álláspontot : »A szocialista realizmus . . . a »hasznos« és a »szép«, egységét vallja az építészetben . . .« »Az építészet nem a technika »szárma-

[18] *I. Nyikolajev* : *A gazdasági és esztétikai kérdések a szovjet építészetben. Arhitektura SzSzSzR. 1954. 11. sz.*

zéka», amint ezt a konstruktivisták bizonyítani igyekeztek, de az építész munkája lehetetlen elgondolásai építőtechnikai megvalósításának reális feltételei nélkül.» . . . helytelen, az építészet tulajdonképpen sajátosságának ellentmondó az a kísérlet is, mely arra irányul, hogy az építészeti alkotást mechanikusan »művészi« és »technikai« részekre bontsa : az ilyen tagolás következménye mindig kétes értékű építészet lesz, mivel az építészet fogalmának teljessége, a szó . . . egyedüli helyes értelmében, nem ismer és nem tűr ilyen dualizmust.«[19]

Végül nyilván nem csekély azoknak a szovjet építészeknek a száma, akik — ilyen vagy olyan okokból — a »művészeti oldal«-t tekintik a »fontosabb«-nak. Erre lényegében az egész (és nemcsak a »túldíszített«) szovjet építészeti szolgáltatást bizonyítékot, ha az álláspont mostanában talán nem jelentkezik is határozott megfogalmazásban.

Én is ezen az állásponton vagyok.

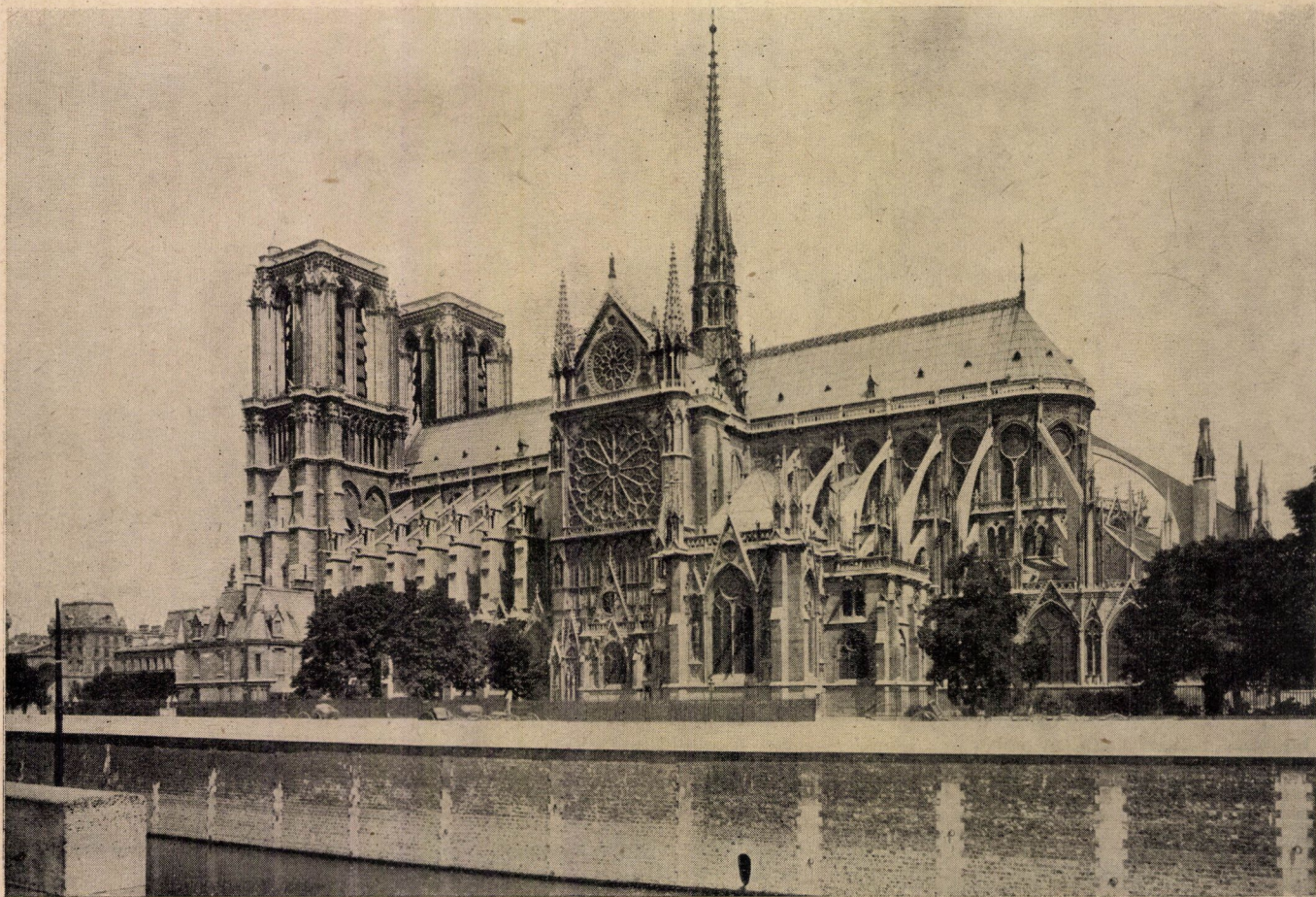
Minden művészetnek társadalmától rábizott alapvető feladata, hogy betöltse felépítmény jellegéből folyó szerepét, hirdesse, propagálja társadalmi mondanivalóit, világnézetét, szóval *védje alapját*. Ez alól a megbízatás alól az építészeti sincs felmentve, sőt — az építészettörténet tanúsága szerint — megbízatását, a »monumentális propagandát«, a legmagasabb szinten kell teljesítenie. Teljesítenie kell és pedig *nem annak ellenére, hanem azzal együtt*, hogy saját-szerűsége következtében a hasznosság—használat igényeinek magasfokú kielégíthetése érdekében, bonyolult gazdasági és műszaki összefüggések érvényesülését kell biztosítani, megoldania. Sztálinnak már idézett szép hasonlata — mely szerint az építőanyagok nélkül nincs épület, de az építőanyagok még nem jelentik az épületet — kiszélesítve az építészeti egész »gazdasági—műszaki oldal«-ára ahhoz az egyedül helyes konkluzióhoz vezet, hogy a »gazdasági—műszaki oldal« csak a »művészeti oldal«-al való összeforrásával, az anyag—szerkezet—funkció csak a művészi megformálással, megkomponálással válik építészetté, azaz a hasznosság—használat igényének magasszínvonalú kielégítése csupán a felépítmény-jelleg magasfokú biztosításával érhető el. Egészen vulgárisan : *csak az az épület »használható« igazán jól* (a »használat« teljes jelentése szerint), *amelyik egyben »szép« is.*

Ebben az értelmezésben tehát az építészeti (»művészeti oldal«-át kell a magasabbrendűnek (a »fontosabb«-nak) tekinteni. Ez azonban egyáltalán nem jelenti — nem jelentheti — a »művészeti oldal« elszakadását a »gazdasági—műszaki oldal«-tól, az előbbinek uralkodását, utóbbinak elnyomatását, semmibe-vételét, hanem olyan, a legszorosabb, harcban és kölcsönhatásban összefonódó egységet, mely egységben a »művészeti oldal« erősen támaszkodik a »gazdasági—műszaki oldal« feltételeire, a »gazdasági—műszaki oldal« pedig éppen a *művészin* keresztül fejt ki teljes effektusát (legalábbis elvileg ; vannak még rossz és művészietlen épületek tömegével!).

[19] D. Arkin : *Új lehetőségek és régi módszerek. Arhitektura Sztoityelsztoo*. 1954. 11. sz



6. Athén. Parthenon



7. Párizs, Notre-Dame székesegyház.

I. Nyikolajev megfélekedzik arról, hogy az építészettörténet nagy építészeti alkotásai — a *Parthenon*-ok (6. kép) és a *Notre Dame*-ok (7. kép) — társadalmuk olyan erőfeszítései, melyekben nyilván nem a »gazdasági—műszaki oldal« volt a »fontosabb« és a »művészeti oldal« az »alárendelt«, hanem éppen



8. Roma. Marcellus színház

megfordítva. Ezért állnak és hirdetik ma is — társadalmuk fejletlensége ellenére is magasrendű művészetükkel — teremtő koruk világát és valóságát. A *Vitruvius*ra és *Albertire* való hivatkozás sem meggyőző ebben a vonatkozásban. Például : a *Marcellus színház Rómában* (8. kép) — Vitruvius korának alkotása — vagy a *Rucellai palota* (9. kép) Firenzében — Alberti műve — egyáltalán nem bizonyítják, hogy a »gazdasági—műszaki oldal« fontosságának hangsúlyozása

náluk egyet jelentett a »művészeti oldal« alarendelt voltának elismerésével. Marxista igényű építészetelméleti megállapításokban Vitruviusra és Albertire



9. Firenze. Rucellai-palota

való ilyen vulgáris hivatkozás legalább olyan archaizálás, mint Vitruvius vagy Alberti kora építészeti formáinak közvetlen reprodukálása.

A »művészeti oldal« alarendelt, vagy a »hasznos« és a »szép« egyenlő fontosságú voltának gondolata egyképpen igen közel áll ahhoz az állásponthoz,

mely *Sokratésztől*[20] a funkcionalistáig nyomonkíséri az építészet fejlődését. Ennek az álláspontnak — mely *Lukács György* szavaival: »... *durva összekapcsolása a mindennapi használhatóságnak és az abból állítólag automatikusan kinövő szépségnek*«[21] — újra felelevenülése lényegében az építészet felépítmény-jellegének, ideológia-közvetítő szerepének elkődösítését, sőt tagadását jelentené. A *visszakanyarodást* jelentené a funkcionálizmushoz és a konstruktivizmushoz, holott N. Sz. Hruscsov nyilván az *előrejutáshoz* kívánt iránymutatást adni a szovjet építészeknek.

A »gazdasági—műszaki« és a »művészeti oldal« elméletileg helyes viszonya — természetesen — a gyakorlatban, az építészettörténet folyamán, csak időlegesen, az építészet kivételes alkotásaiban alakul ki, a valóságban a két oldalnak — mint az építészet alapvető ellentmondásának — harca (és kölcsönhatása), egyiknek vagy másiknak túlsúlyával, állandó. Egyedül a szocializmus kora és társadalmá képes a maga magasrendű ideológiai felkészültségével, elméletével, és módszerével, a művészetek és az építészet — e sajátos művészet — alkotásai-ban az optimális állapotot mind gyakrabban, újra meg újra létrehozni.

A »gazdasági—műszaki« és a »művészeti oldal« ilyen viszonya azonban nem tévesztendő össze a tartalom és a forma viszonyával. Vizsgáljuk meg ezért ezt a viszonyt is, annak figyelembevételével — amit, tapasztalataim szerint, nem lehet elégszer ismételni —, hogy tartalom és forma elválaszthatatlan egymástól, hogy tartalom nincs forma, forma nincs tartalom nélkül, hogy tartalom a formába, forma a tartalomba szakadatlanul átömlik.

A Szovjetunió Építészeti Akadémiája még a decemberi konferencia előtt több ülésen vitatta meg az építészet aktuális problémáit. Az akkor már felszínre kerülő, különböző vélemények közül témánk szempontjából érdemes idézni G. A. Gradov felszólalásának ismertetéséből a vonatkozó részt. Az ebből kiolvasható állásfoglalás annál is érdekesebb, mert Gradov volt, aki a moszkvai konferencián bírálta a szovjet építészet archaizáló elhajlását, és az ezt igazoló építészetelméletet, s akinek e bírálatát N. Sz. Hruscsov teljesen magáévá tette.

»Az építészet természetének és lényegének tisztázása során« — mondotta itt Gradov — »*élénk vitákra adott alkalmat az a régi filozófiai kérdés: mit kell fontosabbnak tekinteni az építészeti alkotásban, az anyagi (gyakorlati, hasznossági) vagy a szellemi (esztétikai) szempontot? A fontosabb az anyagi szempont. Sok olyan épületen azonban, melyet az Akadémia vezetői sikerültnek tartanak, a díszítés elsőbbsége, a formának a tartalom feletti elsőbbsége érezhető.*«[22]

[20] *Xenophon: Emlékezések.* Budapest. 1855.

»*Mondd, hát nem tudod*« — kérdezi *Sokratés Aristipposzt* — »*hogy, ami valamire igazán alkalmas, egyúttal szép is?*«

[21] *Vita építészetünk helyzetéről.* 76. lap. Budapest. 1951. Kézirat.

[22] *Az építészeti gyakorlatban és az építészettudományban jelentkező formalizmus ellen.* (A Szovjetunió Építészeti Akadémiája üléseiből.) *Arhitektura SzSzSzR.* 1954. 10. sz. 31—40. l.

Amíg Gradovnak a konferencián elmondott bírálatával teljesen egyetértek, ebben — a közvetett — idézetben valamiféle ideológiai bizonytalanságot, következetlenséget, ellentmondást érzek. Mintha Gradov azonosítaná az anyagit a tartalommal, és a szellemit a formával.

Általában úgy tűnik, mintha az építészetelmélet kérdéseit boncolgatók az építészet anyagi (gazdasági—műszaki) és szellemi (művészi) oldalának viszonyát a lét és tudat viszonyával kevernék össze. Ha a lét és tudat dialektikus egységében a lét az elsődleges — gondolják — az építészetben is az anyagnak — az anyagnak, szerkezetnek, a funkció anyagi részének — kell az elsődlegesnek lennie. Teljesen megfelelnek arról — amit az előzőkben már bizonyítottam —, hogy az építészet, igen nagy jelentőségű anyagi feltételei és feladatai mellett, sőt fölött, felépítmény-jelenség, társadalmi eszmék hordozója, a társadalmi tudat magasrendű, művészi formájú, s ebben a minőségben — minden anyagi és szellemi feltételével egységben — döntő feladata, hogy visszahason alapjára, társadalmára, mely létrehozta. Az építészetben tehát — s ebben minden sajátos vonása ellenére egyezik a többi művészettel — a »szellemi szempont« a »fontosabb« és nem az »anyagi« (anélkül — ismétlem —, hogy ez az »anyagi« háttérbeszorítását, eltorzítását jelentené).

A »szellemi szempont« azonban nem azonos a formával, több annál. A »szellemi szempont«-ban a forma együtt, elválaszthatatlan egységben van a tartalom szellemi részével, azzal a mondanivalóval, amivel az adott társadalom védi magát, védi alapját. S mivel ezért a társadalom szempontjából döntő jelentőségű, hogy *mit* mond művészete, építésze, ebben a vonatkozásban a tartalom és forma dialektikus egységén belül a tartalom elsődleges.

A tartalom anyagi része, mint az alapon-felépítményen kívül álló tényezők — anyag, szerkezet, anyagi funkció — egysége, fejlettségének szinte állandóan emelkedő szintjével kapcsolódik korához, jellemzi korát. Korát, de nem társadalmát: ugyanabban az időben ugyanis egyformán rendelkezésre áll a feudális és a kapitalista, vagy a kapitalista és a szocialista társadalomnak. Ugyanakkor azonban szervesen, szorosán összefügg a formával, — a formálással, komponálással —, tehát azzal a tényezővel, melyen keresztül mindkét társadalom mondanivalói kifejeződnek. A két társadalom közti, az építészet alakításában jelentkező különbséget tehát nyilván a mondanivalók közti különbségnek kell inspirálnia: a hasonló vagy azonos anyagi feltételekből a kifejezendő gondolat alakítja ki az egyik vagy másik társadalmat jellemző, sajátos — különböző — formát.

Gradovnak ezért nincs igaza — véleményem szerint —, amikor az »anyagi szempontot« (a tartalom anyagi részét) a »szellemi szempont« fölé helyezi, és ezért van igaza, amikor a tartalmat (a tartalom szellemi részét) elsődlegesnek tekinti a formával szemben.

Ezek után térjünk vissza még egy kérdésben az építészet mozgásának problémájára. Ez a kérdés: ha az alkotás elkészül, a gondolatmegvalósítás folyamata lezárul, megszűnik-e a mozgás?

Nyilvánvaló, hogy nem szűnnek meg az építőanyagban végbemenő fizikai, kémiai mozgások, az épületen belül lejátszódó »erőjáték«-mozgások stb. De vajon megszűnik-e a gondolat mozgása? Természetesen az sem. A műben kifejeződő gondolat, az alkotásban felvillanó valóságkép tovább él, hat, gondolatokat ébreszt az egész társadalomban és nemcsak a kortársakban, akik igényelték az épületet, hanem a későbbi nemzedékekben is. És él, mozog tovább sokszor még akkor is, ha az alkotás rommá válik, vagy teljesen eltűnik a föld színéről. Sőt ez a továbbélés, továbbmozgás sok vonatkozásban gazdagodik az idők múlásával, bármennyire gazdag volt is a maga korában, mert az emberek történeti, tudományos, irodalmi, művészeti ismereteinek gyarapodásával mind sokoldalúbbá, színesebbé, élményadásban mélyebbé válik. Ez a gazdagodás azonban mindaddig, amíg a marxista építésztörténet-kutatás, a hely, az idő és az összes lényeges körülmények feltárásával konkrétta nem teszi az építészet történeti jelenségeinek ismertetését, általában a »modern« korok gondolatvilágának, esztétikai szemléletének a múltba való visszavetítését és ezzel a múlt építészeti jelenségeinek — többé-kevésbé — félreértését jelenti. Az építészet tehát — leszögezhetjük — mozog. De vajon fejlődik-e?

Vitathatatlan, hogy az építészet sajátos »kettősség«-ének egyik oldala, az anyagi, szerkezeti, technikai oldal állandóan fejlődik. Hiszen a termelőeszközök, a termelő erők fejlődése az alacsonyabbrendűtől a magasabb felé — kisebb visszaesésekkel (mint például a Római Birodalom bukása után a termelőerőkben bekövetkezett pusztulás idején) — állandó. Ez itt különösebb bizonyításra nem szorul.

De vajon fejlődik-e az építőművészet?

Ez a kérdés nehezebb, a megválaszolásához helyesebb, ha *Marxot* hívjuk segítségül. »*A művészetről tudjuk*« — mondja *Marx* —, »*hogy annak bizonyos virágzási korszakai koránt sincsenek összhangban a társadalom általános fejlődésével.*« Azaz alacsonyabbrendű társadalomnak is lehet magasrendű művészete. Úgy látszik tehát, mintha a művészetben nem lenne kimutatható a fejlődés az alacsonyabbrendűtől a magasabbrendű felé.

Marx azonban a továbbiakban így beszél: »*Köztudomású, hogy a görög mitológia, a görög művészetnek nemcsak fegyvertára, hanem talaja . . . Minden mitológia a képzeletben és a képzelet által győzi le, tartja uralma alatt és alakítja a természeti erőket: eltűnik tehát, ha a természeti erők feletti uralom valósággá válik . . . a görög művészet előfeltétele a görög mitológia, vagyis maga a természet és társadalmi forma, melyet öntudatlanul, művészi módon már feldolgozott a népképzelet. Ez az ő anyaga . . . Tehát semmiképpen nem olyan társadalmi fejlődés, amely kizár minden mitologikus viszonyt a természethez, azaz a mitológiától független képzelőerőt követel a művésztől.*«

Mindez az építészetre transzponálva azt jelenti, hogy — például — a *Parthenon* (6. kép) csak a görög rabszolgatartó társadalomból, az athéni rabszolgademokráciából, *Periklés* korából csak a nemes kőanyagokat »kezdetleges«

kézműipari fokon megmunkáló, az oszlopfőket egyedi szobrászmunkával megfaragó, a tagozatokat általában nem szerkesztő, hanem érzéssel megrajzoló, építőformáló technikából és a mitológiával átszőtt görög gondolatból születhetett meg, nőhetett ki. Művészete bármily magasfokú, alacsonyabbrendű társadalmához kötött és attól elválaszthatatlan.

»... lehetséges-e« — kérdezi Marx — »az *Ilias* a nyomdaprés, vagy éppen a nyomógép korában? Nem hallgat-e el... a mese és a múzsa szükségképpen a nyomóprés zajában? Nem tűnnek-e el tehát az epikus költészet szükséges feltételei?« [23] Bizony eltűnnek! És eltűnnek a görög templom feltételei is! Mert reprodukálhatjuk-e e templom magasfokú klasszikus művészetét, ha szobrászi kézzel és érzéssel, egyenként faragott oszlopfőit szériában öntjük ki, ha a kőszerszemet sajátos törvényei szerint formált oszlopok keresztmetszeteinek és közeinek arányait és ritmusát a mástörvényű vasbetonból utánozzuk és ha a »fegyvertárát« és »talajt« szolgáltató görög mitológia helyébe a mi, mitológiáktól teljesen mentes világnézetünket kívánjuk állítani? Ezekre a kérdésekre csak nemmel lehet felelni.

Nekünk is mint minden, a görögség után alkotó kor építőinek, az emberiség — s ebben a görögség — egész eddigi építészeti kultúrájában realizált tapasztalatoknak, elért eredményeknek értékesítésével kell lényegében új építészeti kultúránkat megteremtenuünk. Ennek az építészeti kultúrának a görögség technikája fölé óriási fejlettséggel magasodó nagyipari építőtechnikából és a görög mitológia fölé a természettudományos megismerés hatalmas fölényével emelkedő, marxista tudományos világnézetből kell megszületnie és kinőnie, mely világnézet nemcsak fegyvertárává, de szilárd talajává is kell hogy legyen új építészeti alkotásainak.

Az építészetnek mint művészetnek fejlődése tehát szorosan összefügg a termelőeszközök — elsősorban az építészeti termelőeszközök — a termelési és társadalmi viszonyok, a társadalmi és ebben az egyéni tudat fejlődésével. Minden magasabbrendű társadalom, ennek virágzó szakasza — a hagyományok bizonyos értékelésével, ami (miként már utaltam rá) *sok esetben nem más, mint a réginek a félreértése* [24] —, megteremti a maga művészetének, építészetének az eddiginél fejlettebb — magasabbrendű — anyagi és szellemi feltételeit. És ebben van a fejlődés! A színvonalkülönbség pedig, egy adott társadalom és művészete és az egymásután következő társadalmak művészete között (sok esetben a fejletlenebb társadalom javára) abban van, hogy nem minden társadalom tudja — már csak az egymás után következő eddigi társadalmak élettartamának rohamos szűkülése, ugyanakkor az építészet feltételeinek rohamos gyarapodása miatt sem —

[23] Marx: *Bevezetés a politikai gazdaságtan bírálatához. Marx—Engels művészetéről, irodalomról.* 27—28. l. Szikra.

[24] Marx: *F. Lassallehoz 1861. június 22. Marx—Engels művészetéről, irodalomról.* 29. l. Szikra. Budapest. 1950.

Bár »*A félreértett forma éppen az általános és a társadalom bizonyos fejlődési fokán általános felhasználására alkalmas forma.*«

optimálisan felhasználni az adott feltételeket építőművészete megteremtésében. De ha például a kapitalizmus erre már valóban alig képes, a szocializmusnak — a soha eddig nem volt kedvező feltételek alapján — meg *kell* idővel teremtenie a maga nagy építőművészetét!

Az építészet fejlődése is mennyiségi változásoknak ugrásszerűen minőségekké válásán keresztül megy végbe

Még egy kérdés vár — megközelítő — tisztázásra abban a vonatkozásban, hogyan mozog, fejlődik, változik az építészet; vajon az építészet bizonyos mennyiségi változásai után, jelentkezik-e fejlődésében ugrásszerűen a régítől eltérő új minőség, vagy csupán folytonos átmenetek formájában fejlődik át az építészet az új minőségbe?

Az eddigiek alapján is világosnak látszik, hogy az építészet mint művészet: felépítmény jellegű, hiszen adott társadalom nézetei valósulnak meg benne. Amikor az alap változásával, eltűnésével a társadalom fejlődésében minőségi változás történik, s amikor ugrásszerűen az egyik társadalom váltja a másikat, előbb vagy utóbb szükségképpen minőségi változásnak kell következnie a felépítményben, a társadalom gondolkodásában, tehát a művészetében is. Ilyen módon, ha az ugrást helyesen, nem pillanatok alatt, hanem bizonyos, viszonylag rövid időhatárok között lejátszódónak értelmezzük, az építészetben is meg kell lennie a minőségi ugrás jelenségének.

Átlagos és nem pontos építésztörténeti ismereteink alapján ez talán nem állapítható meg minden esetben világosan. Kísérreljük meg mégis e folyamatot egy példán nyomunkövetni.

A román építészet idején *Franciaországban* előbb a súlyos, bordanélküli, egyenes záradékvonalú, ún. római keresztboltozatokat építik a teljes felület egyszerre-boltozásával. Azután az átlók íveit előbb falazzák, s a közöket vékonyabb boltsüveggel töltik ki. Majd ezeket az elliptikus átlósíveket körívessé formálják, mert így falazásuk egyszerűbb s ezzel létrejön az emelkedő, íves záradékvonalú, ún. román keresztboltozat. Aztán, az eddig a belső boltfelület síkjában maradó átlósívek helyett pasztikus bordákat kezdenek építeni. Egyidejűleg e folyamattal (még a román építészetben) jelentkezik a csúcsív is, mint az egyenlőtlen süllyedés következtébeni boltozatbeomlások ellen védő szerkezeti újítás. A homlok- és az átlósívek ilyen csúcsívessé formálásával alakul ki az ún. gótikus keresztboltozat.

A keresztboltozatok egyszerű, geometrikus, majd hajlított, íves profilokkal mindjobban gazdagított bordái előbb a vaskos oszlop vagy pillér fejezetének abakuszára futnak rá, a támasszal való minden különösebb formai összhang nélkül. Azután a támasz tagolása fokozatosan igazodni kezd a fejezeten összefutó homlokívek, bordák profilozásához, hogy aztán még a fejezet is elmaradjon

és borda-, homlokív-, támaszprofil egyetlen egységbe forrjon, s egyetlen íveléssel szökkenjen fel a katedrálisok padozatától a magasban lebegő boltozatok csúcsáig.

Végül a térmagasítás, a formák égfelé nyújtásának igénye mozgást provokál a külső támaszok, a támpillérek alakításában is, és fokozatosan kiformalódik a bonyolult — mégis rendkívül ökonomikus — támpillér, támív rendszer a belső erőjáték levezetésére. Mindez az építészet alapon-felépítményen kívüli — anyagi, szerkezeti — tényezőiben jelentkező mennyiségi növekedés vázlatos képe.

Az ideológia változása ugyanekkor fokozatosan nyomon kíséri a feudalizmusnak a gazdasági, társadalmi, szellemi anarchia idejétől a központi hatalom fokozatos megerősödésének, az anarchia megszűnésének, a polgárság gazdasági, társadalmi, szellemi téren érezhető jelenlétének idejéig terjedő útját, — amit itt nyilván nem szükséges, hogy részletezzek.

Tény az, hogy a francia román építészet körülbelül másfél évszázada után e két mozgás összefüggéséből, ütközéséből és kölcsönhatásából, a mennyiségi változások szinte rejtve maradó gyarapodásával egy adott történeti pillanatban élénk áll a *párizsi Notre Dame* (7. kép) csaknem befejezett, vagy a *reimsi Katedrális* (5. kép) ragyogóan teljes gótikája. Az építészetben ezen a »ponton« — véleményem szerint — megtörtént a minőségi ugrás.

Ennél is hirtelenebbnek tűnik az az ugrás, mellyel az itáliai gótika átvált a reneszánszba. Igaz, hogy Itáliában a középkor korai századaiban csupán szunynyad az antik művészet, s a maga teljességében itt soha ki nem alakuló gótika felületi jelenségei mögött ott rejteznek már a reneszánsz csírái.

A román, a gótikus, a reneszánsz, a barokk építészet minőségi változásai azonban mind egyetlen társadalmi formáció, a feudalizmus idején történnek, nyilván azoknak a gazdasági, társadalmi változásoknak nyomán, melyek ebben a társadalomban végbemennek. Mennyivel élesebben kellene jelentkeznie a minőség-váltás ugrásának a társadalom-váltások nyomán, például a feudalizmusból a kapitalizmusba, vagy a kapitalizmusból a szocializmusba átlendülés idején? (Itt — a félreértések elkerülése érdekében — újból utalnom kell a bevezetőben mondottakra: a szocialista forradalom győzelme után az építészet külső és belső feltételei azonnal — minőségileg — megváltoznak, új formái azonban — az építészet sajátos dialektikája következtében — nem alakulhatnak ki azonnal.)

A formálási minőség-váltás késésének két lényeges oka lehet. Ez a két ok is az építészet sajátosságából folyik.

Az egyik ok, hogy az építés anyagi, technikai feltételei általában nem a társadalomváltások idején változnak lényegesebben (még ma is főleg téglából építünk!), annyira, hogy a formálás változását kényszerítően befolyásolnák.

A másik ok a jelentősebb: a különböző művészetek, említett, sajátos munkamegosztásának következtében nem egyformán és nem egyszerre reagálnak a társadalomban végbemenő lényeges változásokra. Ebből származik ugyanabban a társadalomban, ugyanabban az időszakban a különböző művészeti ágak

fejlettségében, felfogásában, mondanivalóiban mutatkozó egyenetlenség. Azok a művészetek, melyek elmondanak, leírnak, ábrázolnak, tehát mindenki számára a legérthetőbben közvetítik a társadalom mondanivalóit, sokkal hamarabb reagálnak az alapon, a társadalom struktúrájában végbemenő változásokra, mint azok, melyeknek gondolatközvetítő eszközei, formái absztraktabbak, csupán jelképszerűek.



10. Pávia, San Michele

Francesco d'Assisi Naphimnusz-ában már a gótika világa bontakozik ki, amikor az építészetben — például — a páviai *S. Michele*-n (10. kép) — még a román formák élnek; *Fr. Petrarca* már a reneszánsz költője *Laura-sonettjeiben*, amikor még gótikus formákkal alakítják ki a legszebb itáliai templomokat — például a *Sta. Maria Novella*-t Firenzében (11. kép), a milánói *Katedrális*-t (12. kép) pedig csak Petrarca halála után kezdik építeni.

Az osztálytársadalmakban végbemenő gazdasági—strukturális—ideológiai változások következtében mutatkozó ilyen, sokszor igen jelentékeny, időeltolódás részben nyilván abból származik, hogy amíg az irodalomban viszonylag igen korán jelentkezik az alsóbb rétegek, osztályok, az elnyomottak hangja (valamiféle *második kultúra* csíráiban), addig az építészet magas művészi szinten formált

alkotásai erősebben az uralkodó, az elnyomó osztály (sőt a legfelső réteg) igényeihez és anyagi erejéhez tapadnak, s így különösen a társadalom fejlődésének bizonyos a változást éreztető, forduló szakaszában, szükségszerűen konzervatívabbak minden más művészet alkotásainál. (A proletár irodalom már a kapi-



11. Firenze. Santa Maria Novella

talizmus idején jelentkezik, a »proletár«-építészet csak a szocialista forradalom győzelme *után* alakíthatja ki sajátos formáit.)

Jórészt azonban a művészetek *közérthetőségének* kérdése körül keresendő az eltolódás magyarázata. Közelmúltunk építészetében — hagyománykövetés címén — a görög—római klasszikus és a reneszánsz, a barokk, a klasszicista részformák utánzását, az oszloprendek és timpanonok unalomig fantáziátlan

elszaporítását azzal indokoltuk, hogy közérthető építészetet kell teremtenünk, s ez az, ami közérthető, ami a népnek kell. Azzal a hiedelmünkkel azonban, hogy a laikusok *megértik* a görög—római oszloprendet, olyasmit tulajdonítottunk nekik, amivel még az építészettörténet és építészetelmélet-tudomány nem egy mai művelője sem rendelkezik. Mindaddig ugyanis, amíg a marxista építészettörténet és esztétika az oszloprendek eredetére, kialakulására stb. a megközelítően pontos,



12. Milánó. Székesegyház

az eddiginél jóval pontosabb választ meg nem adja, nem beszélhetünk azok közérthetőségéről.

Beszélhetünk azonban az oszloprendek *megszokottságáról*. Az egész építészettörténeten át, egyes szakaszaiban pedig különösen megfigyelhető, hogy a kialakult, az évszázadokon, de legalábbis évtizedeken át alig változó, szinte változatlan, formák milyen nehezen, milyen hosszú harcban, a hátrálás milyen fokozatai után adják át az uralmat az újabb formáknak. Az építészet egy adott korszakban megismert, megszokott, a képzetekben megrögzített és megmerevedett formarendje egyike a legkeményebb, a legnehezebben megbontható képződményeknek. Gondoljunk például csak arra, ahol erős volt a gótika, — *Franciaországban, Németországban* — szinte évszázados harcba telik a reneszánsz tér-

foglalása, és akkor is, a gótikával kötött olyan kompromisszumok árán, melyek még a — francia vagy német — reneszánsz teljében is éreztetik hatásukat.

A megszokás és megértés viszonylag elég közel kerül egymáshoz a messzibb múlt olyan századaiban, melyekben a változás, fejlődés még igen lassú, az ideológia szinte egységesen áthatja a társadalom minden osztályát, és az ideológia jelképei szinte mindenki számára egyképpen érthetők, mint — például — a gótika idején, amikor is az építészet alkotásait széles kollektívák építik, adják át egymásnak, és folytatják sokszor századokon át, az egész társadalom aktív vagy passzív részvételével. A XV. sz. francia városi polgára, nemcsak megszokta, de — valószínűleg — meg is értette az építészetet.

A kapitalizmus polgárának (még építészenek is) azonban már csupán zavaros képzetei vannak az építészetéről. Soha ennyiféle építészeti teória nem keveredik egymással, soha ennyiféle építészeti kísérlet nem fut együtt, nem váltja oly sűrűn egymást, mint a kapitalizmus idején. Még a megszokáshoz sem áll elég idő rendelkezésre, nem a megértéshez. Sem a szecesszió nem ver gyökeret a képzeletben, sem az izmusok építészetének nincs ideje gyökeret vernie. Talán még az eklektika az, amely, múlt századi pályafutása után, a többiekkel párhuzamosan e században is eleven, s talán mert az is a múltból szedi össze kifejező rekvizitumait, köztük leggyakrabban az oszloprendet és timpanont, lehet azt hinni, hogy ez az, amit a kor embere leginkább — nem megértett — megszokott. Megszokta, tehát tetszik neki, s ezért lehet újra meg újra kijátszani számára a klasszikus-klasszicizáló oszloprendet a timpanonnal. Ez azonban nem mentheti fel az épülő szocializmus korának építészetét a korszerű, új formák teremtésének nehéz, de gyönyörű kötelezettsége alól.

Konklúzióként megállapíthatjuk tehát, hogy az építészet — sajátzerűségének sokféle adottsága következtében, még abban az időben is, mikor a »kőbiblia« szerepét tölti be — minden művészet közül a leglassúbb, a legnehézkesebb mozgású, s a változásra — még a döntő jelentőségű társadalomváltozásokra is — általában késve reagál.

Az építészet fejlődésének is az ellentmondások a hajtóerői

Az építészetet alakító egyes összefüggések és az egész építészet mozgásának, fejlődésének is a belső ellentmondások a hajtóerői. Minden formálás — minden művészet — ellentmondás: az építészetben is minden jelenség ellentmondásos.

Az ellentmondások marxista elméletének ismerete és alkalmazni tudása, — a többi dialektikus vonás alapján tett elméleti megállapítások koronájaként — az építőművészet megismerése, fejlődésének magyarázata, további útjának kijelölése, új építőművészetünk megteremtése szempontjából egyképpen döntő jelentőségű.

Az építészet alapvető — fő — ellentmondása a társadalom meghatározta *tartalom* és az építészeti *forma* közötti ellentmondás. Minden egyéb ellentmondás harca ezen a fő ellentmondáson belül folyik s teszi egyrészt egyetemessé az egész

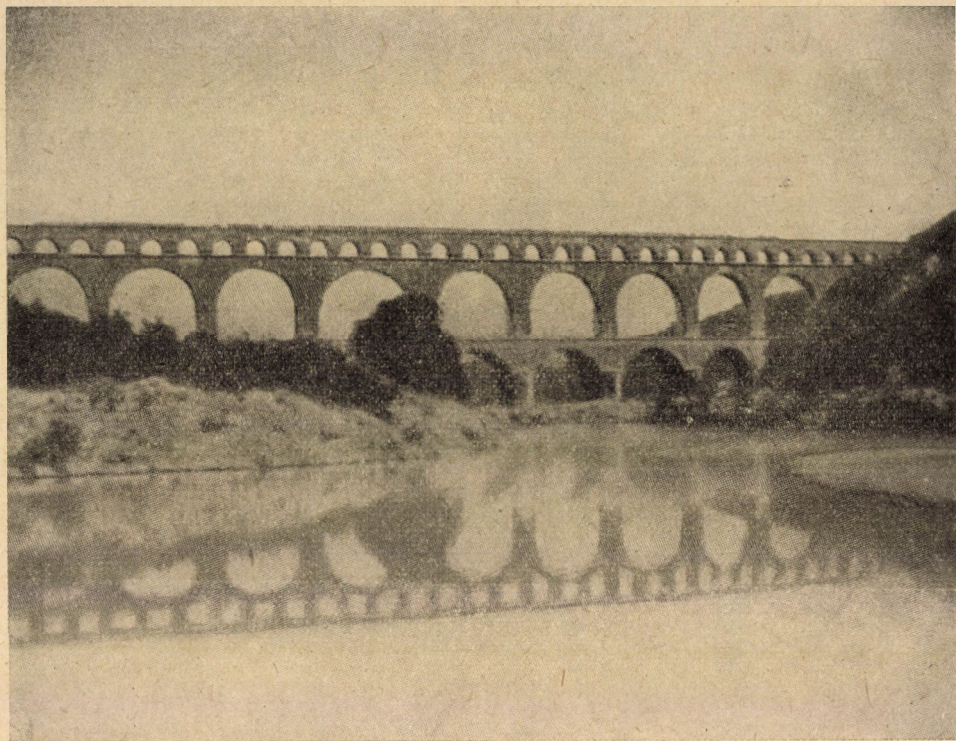


13. Gizeh. Khafré fáraó halotti együttese

építészet ellentmondásosságát, másrészt sajátserűvé az egyes építészeti alkotások ellentmondásosságát.

Az építészeti ellentmondások bonyolult sokféleségének feltárása a marxista építészettörténelmi-elméleti tudományra váró feladat. E keretek között az ellentmondásoknak csak néhány lényeges fajtáját lehet röviden, s talán éppen ezért kissé vulgáris tagolásban, érinteni.

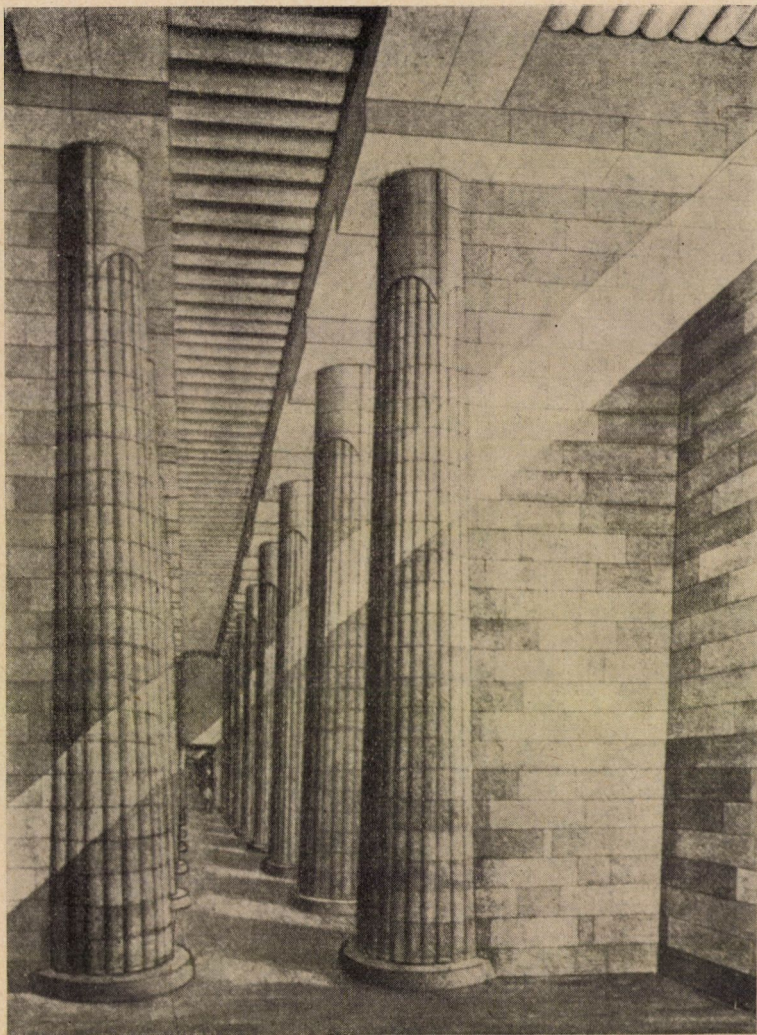
Ilyen ellentmondás-fajta az *anyagok és a szerkezetek közötti ellentmondás*. Ellentmondás már az is, amikor a természetadta, amorf anyagot megformálják, megfaragják. Az anyagnak szerkezetté előléptetése során pedig az ellentmondások serege keletkezik. Éles az ellentmondás, amikor az anyagot olyan szerkezetként alkalmazzák, mely nem felel meg az anyag sajátos törvényeinek. Kőből



14. Nîmes. Pont du Gard

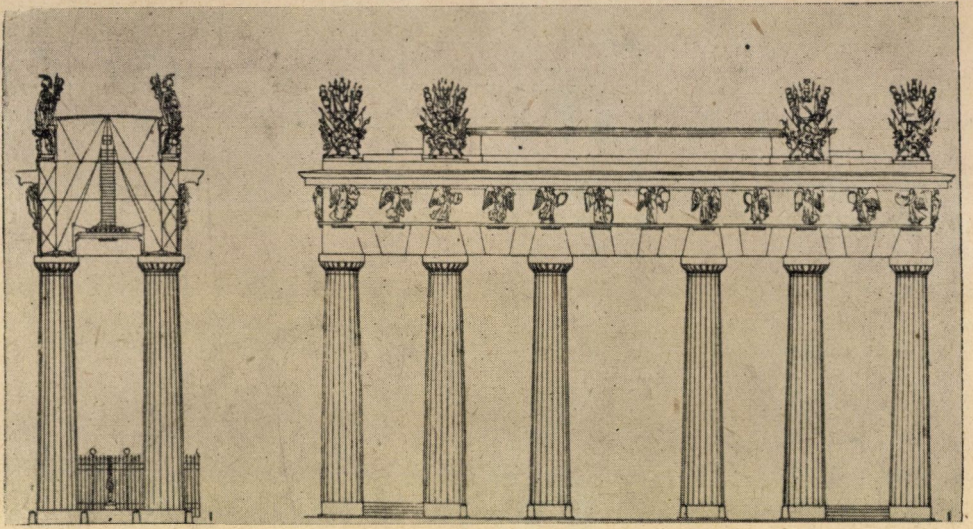
— például — lehet falat, pillért, oszlopot építeni, mert nyomásra kitűnően igénybevehető. Hajlításra azonban merevsége következtében nem jó, s ezért gerendaként alkalmazása erős ellentmondás, mely évezredek építészeti fejlődését köti, merevíti meg. *Egyiptom* és *Görögország* ókori építészetét ez az ellentmondás teszi jellegzetessé, minden fejlődés csak ennek korlátai közt játszódik le. Ez ellentmondást lényegében csak a rómaiak oldják fel a kőgerenda »meghajlításával«, azaz a kő-boltív általános alkalmazásával, melyben az áthidalást alkotó kőelemek ismét — az anyag sajátosságának megfelelően — elsősorban nyomásra vannak igénybevéve. Ezzel a méretek és arányok korábbi kötöttsége megszűnik, a támaszközök, a fesztávolságok erősen megnőnek, a részek és az egész viszonya megváltozik, az építészet új, fejlettebb szakaszába érkezik.

Khafré fáraó halotti együttesének (13. kép) súlyos pillérgerendájától a *Pont du Gard* (14. kép) merész íveléséig hatalmas utat fut be tehát az építő emberiség, s ebben az egyik jelentős hajtóerő a kőgerendában rejlő ellentmondás.



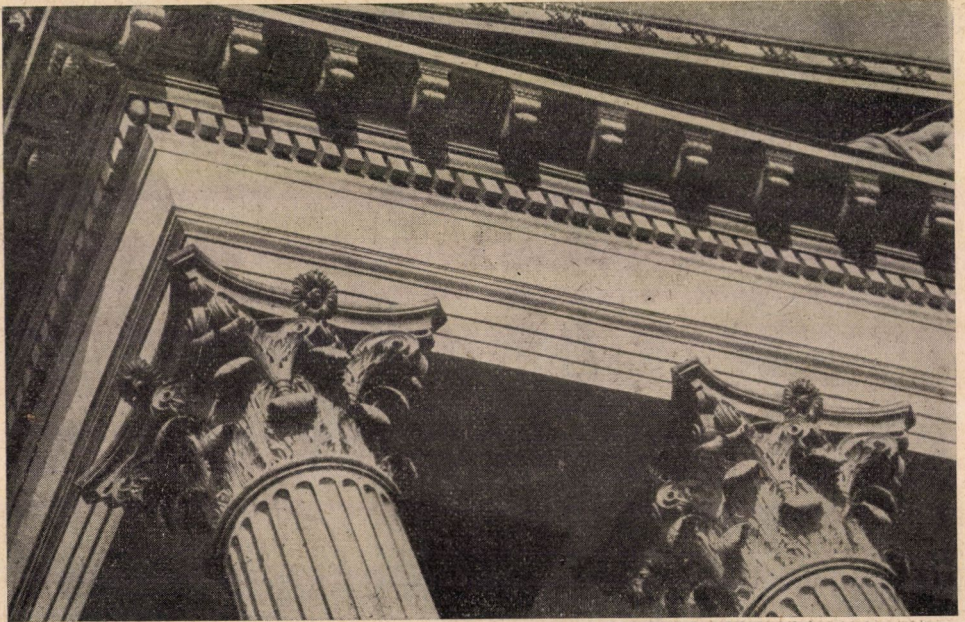
15. Szakkara. Dzsószér fáraó halotti együttese (előcsarnok)

Az anyagnak és szerkezetnek sajátos ellentmondása jön létre akkor is, amikor valamilyen anyagból — például fából — alakított szerkezetek anyag- és szerkezetszerű formáit más anyagba — például kőbe — viszik át közvetlenül, változatlanul. Ez a jelenség általános az építészettörténet folyamán, különösen



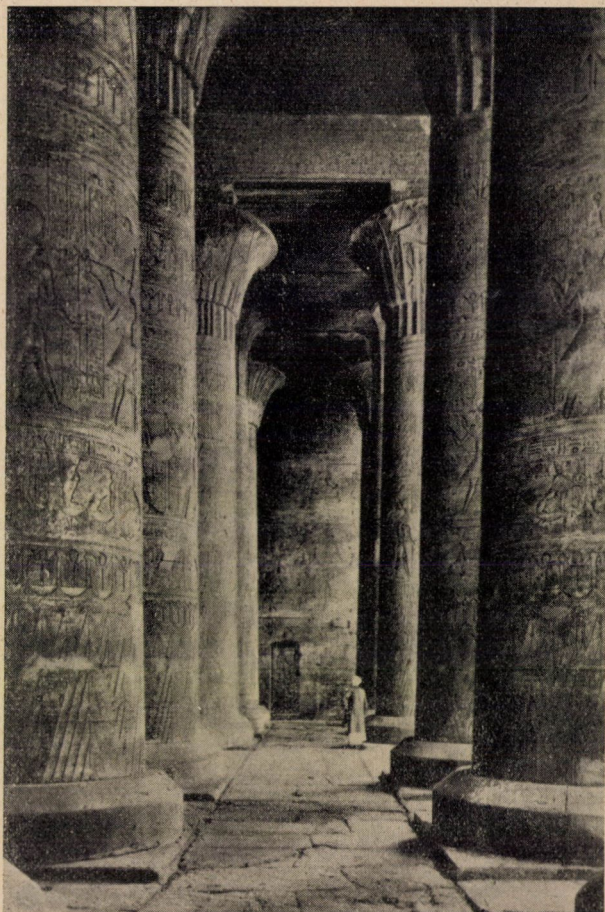
16. Pétervár. Moszkvai kapu (V. P. Sztaszov)

a korábbi időkben. Ehhez hasonló ellentmondásos jelenség mutatkozik, amikor az eredetileg nemesebb anyagokhoz vagy a történeti építészet korábbi szakaszaiban bizonyos anyagokhoz kötött (szerkezeti) formákat kevésbé nemes vagy egyáltalán más természetű-tulajdonságú anyagból utánozzák.



17. Budapest. Nemzeti Múzeum (Polláck Mihály)

Az anyag és szerkezet ellentmondásának előbbi fajtájára jó példa *Dzsószer fáraó halotti együttese Szakkarában* (15. kép), ahol az előcsarnok kőgerenda-födeme egymás mellé fektetett fatörzseket »ábrázol«, kőoszlopai pedig fatörzs karcsúságúak úgy, hogy csak falnak támasztva tudnak megállni. Ugyanezt az ellentmondást példázza, a kő és vas viszonylatában, *V. P. Sztaszov Moszkvai*

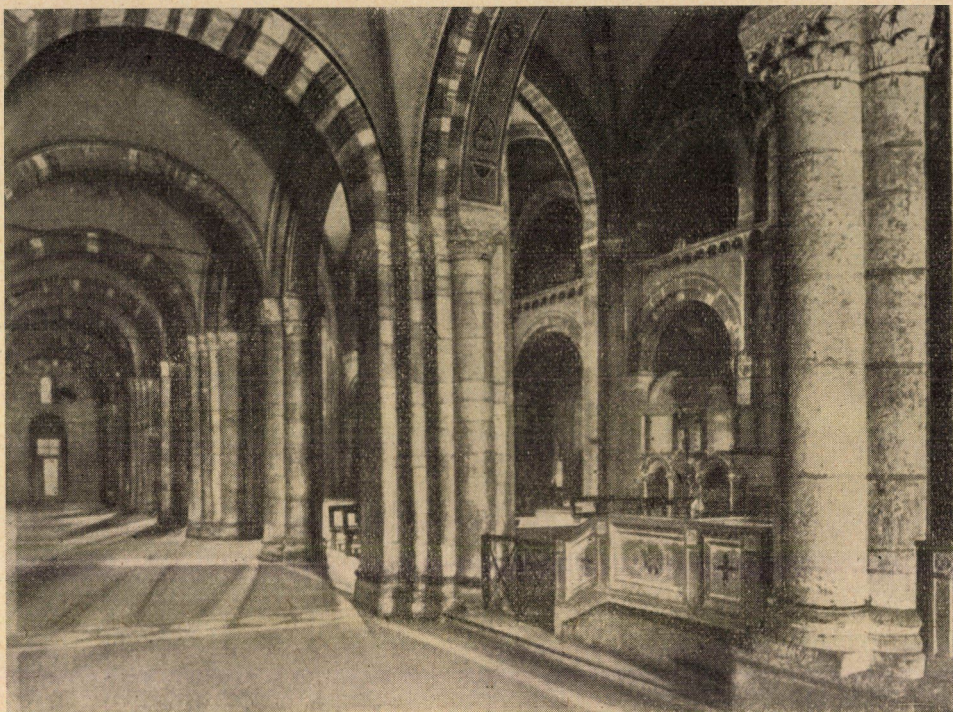


18. Karnak. Amon-templom

kapu-ja *Pétervárott* (16. kép), melynek görög-dór oszloprendjét öntöttvasból készítik.

A másikkal élles ellentmondás példája a — történelmi építészetben praktikum és ideológia alapján egyképpen indokolt — homlokzatburkoló, markáns kőkváderek habarcsból »faragása« — ahogyan ezt az eklektika tette — vagy — például — korinthusi oszlop fejezetnek stb. nemes kőanyag helyett fémből alakítása, és kőszínűre mázolás — ahogyan ezt *Polláck Mihály* tette a *Nemzeti Múzeum* (17. kép) portikuszánál.

Sajátos ellentmondása az építészetnek a *szerkezet és a funkció* (elsősorban az anyagi funkció) *ellentmondása*. Az építő ember funkció-igényének (elsősorban a biológiaiainak) megfelelő kielégítéséhez állandóan — az építés kezdetétől — keresi a megfelelő szerkezeteket. A létrejövő konstrukciók bizonyos mértékig ki is elégítik az adott igényeket. Az igények azonban (általában) előtte járnak a szerkezetek fejlődésének, az ellentmondás tehát azért erősödik, mert a maga-



19. Milánó. San Ambrogio

sabbrendű igények térszükségletének megoldásához még csupán a régi, alacsonyabbrendű szerkezetek állnak rendelkezésre. A harc az ellentmondás két oldala között állandó élesedésben addig folyik, míg a fejlett térigény ki nem verekszi a hasonlóképpen fejlett szerkezetet, hogy aztán az ellentmondás két oldalának fejlődéstörténete magasabb szinten újrakezdődjék.

Ezzel az ellentmondással az építészettörténet csaknem minden fejezetében találkozhatunk. A *karnaki Amon-templom* oszlopcsarnokát (18. kép) létrehívó nagytér-igény csak kompromisszum árán elégíthető ki. Ennek következtében az igényelt nagytérrel a rendelkezésre álló oszlopperendés kőszerkezet keskeny folyosókra bontja fel. A jelenség megítélésénél azonban nem szabad megfeledkeznünk arról, hogy éppen ez az ellentmondás járul hozzá a legjobban a kor gondolat-

világának közvetítéséhez: a homályos tér, a reliefekkel televéselt oszlopok misztikus erdeje leglenyűgözőbb kifejezése a fáraók Egyiptomának.

Ugyanígy a román templom három hajóját — például a *S. Ambrogio*-ét *Milánóban* (19. kép) — a két árkádsor vaskos támaszaival inkább elválasztja, mint összekapcsolja. De ez az ellentmondás az egyik hajtóerő, mely a románból a gótika karcsúbb szerkezeteit kibontja és levegőssé teszi a templomokat:



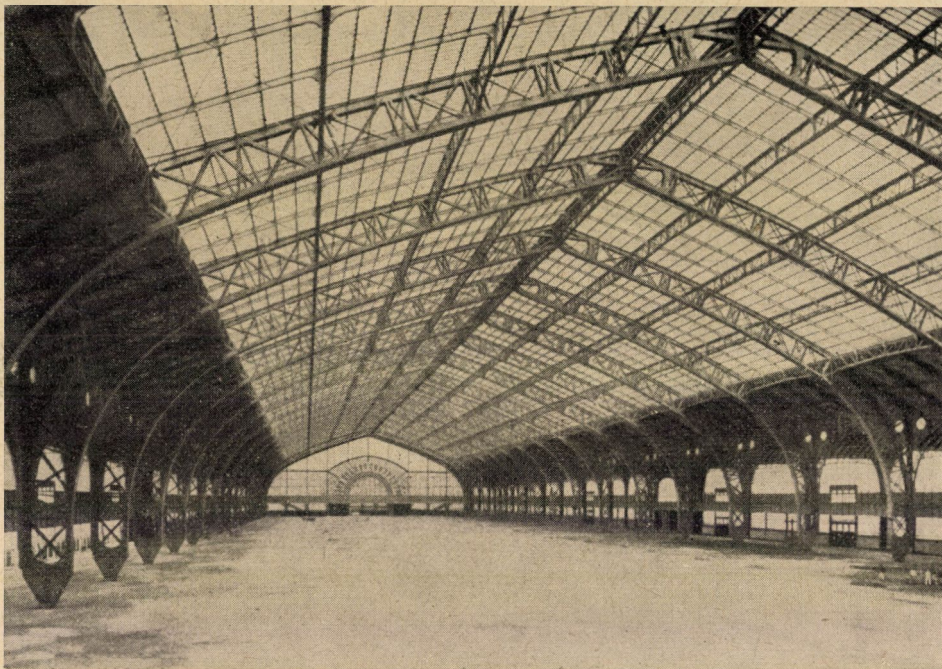
20. Annaberg. Anna-templom

a hajók tere itt inkább egybeömlik már, mint elkülönül. Gondoljunk csak a kései német gótika háromhajós csarnoktemplomaira — például az *annabergi Anna-templom* (20. kép) szinte bontatlan terére.

S ennek az ellentmondásnak újabb meg újabb feloldása és megteremtése vezet el végül is a vas és vasbeton szerkezetű, teljesen osztatlan nagy-csarnok kialakításához. *F. Dutert és Cottancin Galerie des Machines*-je Párizsban (21. kép) — 73 m fesztávolságú csarnok, vasszerkezetből (1889-ben!), *E. Freyssinet hangárja*, Orlyban (22. kép), pedig 80 méter szabad támaszközü épület, vas-

betonból (1916-ban). Az új, korszerű szerkezetek azonban már olyan tág lehetőségeit nyújtják a tér alakításának és tágításának, hogy a kor térigénye — fordítva, mint eddig — ma még mögötte marad a szerkezetben rejlő fantáziának.

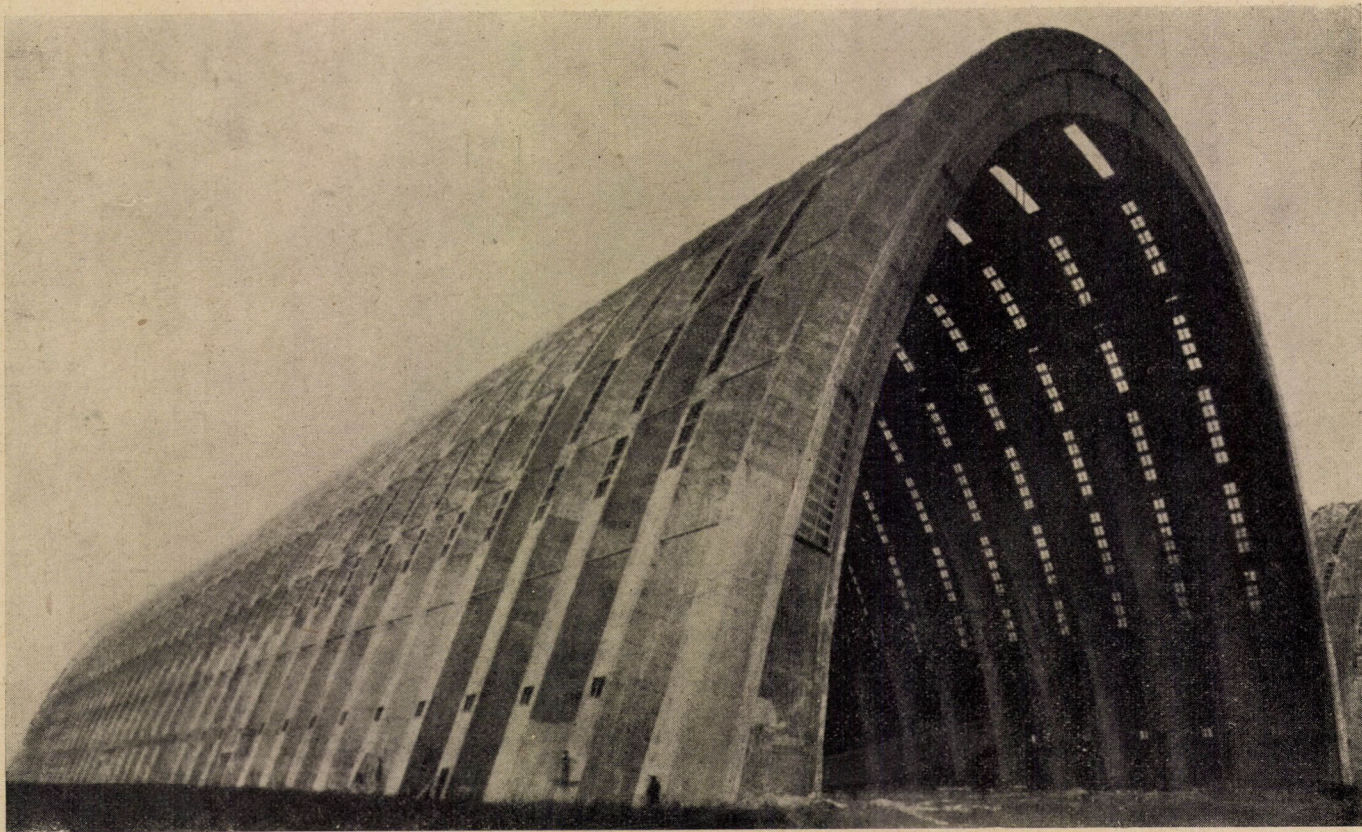
Sajátos ellentmondása az építészetnek a *funkció* és a *forma*, pontosabban: a funkció anyagi — biológiai — tényezői és a megformált szellemi funkció *ellentmondása*. Ez az ellentmondás egyik jelentős hajtóereje a történeti és a mai építészet mozgásának. A viszonylagos egyensúly, harmónia ritka példái mellett, az



21. Párizs. Galerie des Machines

ellentmondásnak hol ez, hol az az oldala kerekedik felül és nyomja el a másikat. Hol a funkció anyagi tényezői torzulnak el a formálás erőszaktétele következtében, hol — fordítva — a formálás, komponálás művészete halványodik el, hogy az anyagi funkció tényezői minél nagyobb hatásfokkal érvényesüljenek. (A moszkvai konferencia után, az előzővel szemben, most ez a folyamat van kialakulóban.)

A reneszánsz és a barokk palotáinak — például *J. B. Neumann würtzburgi Residenzschloss*-ának (23. kép) — megalkotásánál nyilván mindennél fontosabb a külső és a belső reprezentálás sajátos építészeti, szobrászati, festészeti eszközeinek alkalmazása, zsúfolása, mint bizonyos biológiai funkcióknak a — mai ember számára nélkülözhetetlen — kielégítése. Igaz, hogy az akkori ember ezt — éppen mert a reprezentálás mindennél fontosabb számára — alig igényli,



22. Orly. Hangár

pontosabban biológiai igényei korlátozottabbak, kevésbé differenciáltak a mai emberénél.

Viszont a 20. század funkcionalizmusának »palotá«-inál — például *R. J. Neutra Santa-Barbara-i (California) házánál (Tremaine House, 24. kép)* — nyilván mindennél fontosabb a biológiai funkciónak a luxus szintjén való kielégítése, mint a reprezentálás. Illetőleg a »palota«-tulajdonos amerikai milliárdos nem az építészeti formák gazdagságával, hanem a legeslegújabb anyagok, szer-

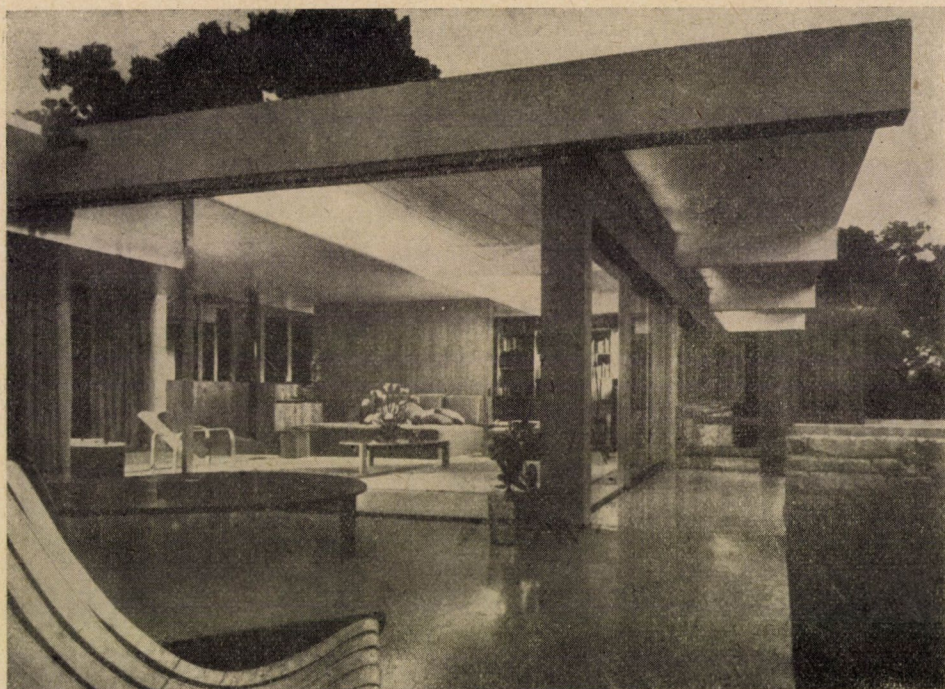


23. Würzburg. Residenzschloss (lépcsőház)

kezetek, technikai trükkök, raffinált kényelmi berendezések drágaságában dokumentált gazdagsággal reprezentál.

Épp ezért éles ellentmondás közelmúltunk építészetében, amikor a háromnál többszintes (és sok esetben lényegesen korszerűbb szerkezetű) lakóépületeink — melyek egyelőre elég kisigényű, de egyenértékű és rangú típuslakásokat tartalmaznak — a reneszánsz és barokk paloták háromszintes — a rusztikás lábazati-emelettel, a piano nobilével, és a mezzaninnal a kor osztályrendjét tükröző — monumentális architektúrájában jelennek meg.

Az előbbihez közeli, és az építészetre igen jellemző, ellentmondás a *fő- és a részletformák ellentmondása*. (Ez az ellentmondás egyben az építészetet alkotó egyes tényezők mozgásának egymáshoz viszonyított egyenetlenségét is illusztrálja. Másképpen, más ütemben mozognak az alapon-felépítményen kívüli tényezők, másképp az alap és másképp a felépítmény tényezői.) A főformákat, az épület tömegeit nyilván az anyag, a szerkezet, az anyagi funkció, — de, amint utaltam erre, a szellemi funkció is — alakítja ki, míg a részformák, a



24. Santa-Barbara (California). Lakóház (R. J. Neutra)

»díszítő«-formák — noha ezek eredete is jórészt a főformákra (a szerkezeti formákra) vezethető vissza — mindenekelőtt a szellemi funkció termékei. Az effajta ellentmondás már most úgy keletkezik, hogy a főformákra, melyek esetleg több fejlődési periódust is kiszolgálnak, rátelepülnek a nem ebből a főformából, mint az inspiráció forrásából kibontott, máshonnan érkező, más iniciatívákból származó, sokszor divatszerűen vándorló részformák.

Erre az ellentmondásra példák az — említett — sokszintes lakóházak is, melyeknek nagyméretű, egyszerű kubusára rákényszerítettük a háromszintes reneszánsz paloták részletképzését.

Legszemléletesebb illusztrációja azonban ennek az ellentmondásnak az itáliai középkor különböző stílusokhoz tartozó templomainak sorozata. Lényegé-

ben ugyanaz a háromhajós térmegoldás, a középsőnek bazilikális kiemelésével, ugyanaz a tömőrfalas, belül árkádsoros felmenő-szerkezet, más és más födém és boltozat ugyan, de kívül ugyanaz a nyereg- és félnyereg-tető, végső fokon tehát lényegében ugyanaz a tömegmegoldás, nyugati végén a tipikus bazilika-homlokzattal: ez a kor itáliai templomainak sajátos tömegformája. Csupán ennek a — szinte változatlan — nyugati homlokzatnak részformái váltják egymást a stílusok szerint, s ha egymás mellé rakjuk — például — a román *S. Miniato al*



25. Firenze. San Miniato al Monte

Monte (Firenze, 25. kép), a gótikus *Sta. Maria del Orto* (Venezia, 26. kép), a reneszánsz *S. Giorgio Maggiore* (Venezia, A. Palladio alkotása, 27. kép) és a barokk *S. Ignazio* (Róma, A. Algardi műve, 28. kép) nyugati homlokzatát, az állítás helytállósága világosan kitűnik.

Az előbbi ellentmondásnak a fordítottja is általános. A történeten végigkísérhető jelenség, hogy az anyagi oldalon — anyagokban, szerkezetekben, anyagi funkciókban (sőt a szellemi funkcióban is) — jelentkező fejlődés által alakított nagy formákra a régít, az anyagi és szellemi vonatkozásban egyaránt túlhaladottat jelentő részformák települnek rá.

Erre az ellentmondásra különösen jellemző példákat szolgáltat a XIX. század építészete, mely a vasszerkezetek, majd a vasbetonszerkezetek lehetőségeinek

kihasználásával létesített nagy tereinek—tömegeinek részletképzéséhez a történeti stílusok formaelemeit használja fel. Gondoljunk csak a kor pályaudvaraira, áruházaira és egyéb középületeire (sőt gépeinek architektúrájára!).

Ez az ellentmondás már egészen közel áll az építészet mozgásában a döntő hajtóerőt jelentő ellentmondáshoz : *a tartalom és forma ellentmondásához*. Ez az ellentmondás tulajdonképpen magábfoglalja az építészet minden egyéb — alárendelt — ellentmondását, lényegében tehát már az eddigiekben is erről beszéltem.



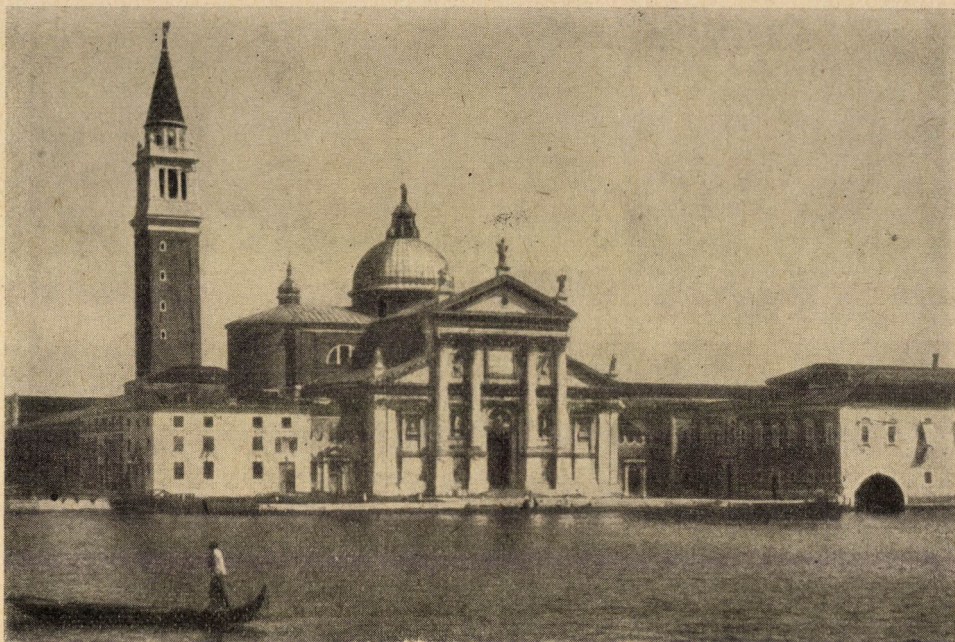
26. Venezia. Santa Maria del Orto

A tartalom és forma viszonylagos egyensúlya, relatív harmóniája is nyilvánvalóan csak kivételes alkotásoknál jön létre. A nagy stílusok remekei példázák ezt a legmagasabb fokon. Ez azonban nem zárja ki, hogy ugyanakkor az alárendelt ellentmondások ne legyenek igen élesek, mint pl. a barokk remekénél, melyeknél anyag-szerkezet—anyagi funkció — a tartalom anyagi része — a legélesebb ellentmondásban van a formával.

A tartalom és forma ellentmondásaira ugyancsak sok példát nyújt a történet, de elégséges itt csupán a közeli és a legközelebbi múltra utalni. A versenykapitalista kor bérházai — például — firenzei gazdag iparos—kereskedő—dinasztiák korai reneszánsz palotáit utánozzák az arányok, méretek eltorzításával,

s a hivatkozott homlokzatok mögé — általában — sívár bérlakásokat zsúfolnak. Legközelebbi múltunk építészete pedig — az oszloprendes portikusok, edikulák, háromrészes klasszicizáló párkányok alkalmazásával — csupa megyeházát, nemzeti-múzeumot, kúriát produkált a »szocialista tartalom, nemzeti forma« gondolatának teljes félreértésével.

A tartalom és forma ellentmondásának történeti példáiból világosan leolvasható az ellentmondás egyik fontos sajátosságának érvényesülése, s ez az ellent-

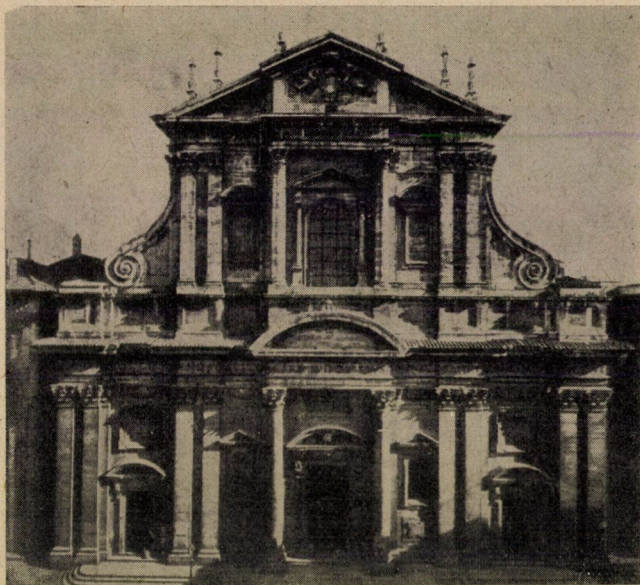


27. Venezia. San Giorgio Maggiore

mondás két oldalának helycseréje. Az ellentmondás két oldalának egyensúlya, harmóniája csak viszonylagos és időleges. Az ellentmondás két oldalának harca, az egyik vagy másik oldal túlsúlyával, abszolút és állandó. A harc folyamán az egyik oldal túlsúlyát fokozatosan elveszti, s a másik oldal átveszi. Ezt nevezzük helycserének. A tartalom és forma időleges és viszonylagos egyensúlyi állapotát megelőzi és követi a tartalomnak, illetőleg a formának túlsúlya. Egy pillanatra sem szabad azonban elfeledkeznünk arról — aminek hangsúlyozását harmadszor is szükségesnek érzem —, *ha a tartalom és forma ellentmondásáról, ütközéséről és kölcsönhatásáról beszélünk, egyben azt is állítjuk, hogy tartalom nincs forma, és forma nincs tartalom nélkül, hogy tartalom és forma áthatják egymást.*

Mikor az építészetben az adott és kívánt teljes tartalmat formába öntjük, ellentmondást teremtünk. Mivel az új tartalom szükségképpen előbb alakul ki,

mint az új forma, kénytelen a régi forma ruhájába öltözni: ez lényege ennek a — fő — ellentmondásnak. A tartalom és forma így kialakuló harcában — az új forma keresése közben — a tartalom és forma ellentmondásának hangsúlya — a viszonylagos egyensúly, harmónia egy rövid szakasza után — fokozatosan áthelyeződik a formára, a tartalom helyett a forma lesz az ellentmondás hangsúlyos oldala. S a belső ellentmondások harca így folytatódik tovább, hogy állandóan előre hajtsa az építészet fejlődését.



28. Roma. San Ignazio

*

Egészen vázlatos — és nyilván nem hibátlan, nem tévedések nélküli — megfogalmazásban ilyen az építészet dialektikája: az építészetben is minden összefügg egymással, az építészet is beletartozik az összefüggések egyetemességébe; az építészet is mozog, változik, fejlődik; az építészet fejlődése is mennyiségi változásoknak ugrásszerűen minőségiékké válásán keresztül megy végbe; az építészet fejlődésének is az ellentmondások a hajtóerői.

E nagyfontosságú téma részletes, és ennél sokkal tisztább, világosabb és pontosabb kidolgozásának feladata szoros kölcsönhatásban van a marxista egyetemes építészettörténet megteremtésének feladatával. Egyik a másiknak feltétele, és mindkettő feltétele a marxista építészetelmélet alakulásának, fejlődésének.

Az itt felvetett gondolatokat tehát tovább kell érlelnünk, mélyítenünk, formálnunk és — ennek a processzusnak egész folyamatában — állandóan hasz-

nosítanunk, alkalmaznunk, ellenőriznünk az ösztönösen tapogatózó gyakorlatban és a — bevezetőben vázolt — sokféleképpen korlátozott elméletben.

De az építészet dialektikájának már ilyen fokú ismerete is lehetőséget nyújt arra, hogy mai építészeti gyakorlatunk helyes bírálati szempontjait kialakítsuk, és a polgári esztétikával még erősen fertőzött bírálat helyébe a marxista bírálat módszerének igényességét, sokoldalúságát állítsuk.

Az építészet dialektikájának már ilyen szintű elsajátítása arra is lehetőséget ad, hogy — N. Sz. Hruscsov szavaival — ne »a konstruktivizmus elleni harcról és az építészet szocialista realizmusáról szóló frázisokkal takarózva« [25], hogy ne a »haladó hagyományok« vulágris értelmezésének »elméleteivel« felvértezve keressünk igazolást építészeti gyakorlatunk gyengeségeire. Vannak tehetséges építészeink is — akik tudtak és tudnak figyelemreméltó alkotásokat teremteni — az elméletnek frázisoktól megtisztított gondolataival kell tehát segítségükre sietnünk, hogy a szocialista-realista magyar építészet valóban megszülethessék.

[25] N. Sz. Hruscsov beszéde az építés nagyipari módszereinek széleskörű alkalmazásáról, az építkezések minőségének javításáról és költségeinek csökkentéséről. *Anyag- és adatszolgáltatás*. 1955. I. sz. 25. l.

»Nem tűrhetjük tovább azt, hogy az építőművészeknek egy tekintélyes része, a konstruktivizmus elleni harcról és az építészet szocialista realizmusáról szóló frázisokkal takarózva felelőtlenül pazarolja a nép pénzét.«

HOZZÁSZÓLÁSOK

NÁDOR GYÖRGY

1. Mindjárt bevezetőben meg kell mondanom, hogy az építészet kérdéseiben teljesen laikus vagyok. Így Major professzor rendkívül érdekes és tartalmas előadásához szakmai szempontból nem szólhatok hozzá. Hozzászólásom egyrészt *módszertani* jellegű kérdéseket érint, másrészt olyan problémát, amelynek az építészet problematikáján túlmenő *általános* filozófiai érdekessége van.

2. Napjainkban gyakran vetődik fel a *filozófia és az egyes szaktudományok* viszonyának, kapcsolatának, sőt együttműködésének és kölcsönös segítségének gondolata mint terv, mint követendő cél, mint megvalósítandó feladat. Bármennyire helyeslendő is ez az elgondolás, a valóságban — ezt nyíltan meg kell mondani — igen kevés történt még ebben az irányban. Ennek legfőbb oka nyilvánvalóan az, hogy vagy a filozófusnak kell megtanulnia valamely adott szaktudományt, vagy a szaktudósnak a filozófiát — mégpedig nemcsak elemeiben, hanem olyan mértékben, hogy alkotó továbbfejlesztésre váljék képessé a szaktudomány filozófiai vonatkozású területein. Major Máté dolgozatát azért üdvözlöm örömmel, mert jelentős lépést látok benne a szaktudományok általános elvi problémáinak valóban filozófiai mélységű feldolgozása felé. Járatlan utakon az önálló gondolkodó bátorságával tör előre, nem elégszik meg félmegoldásokkal és látszateredményekkel, hanem a dolgok *mélyére* akar hatolni, végső konzekvenciájukig hajlandó és képes végiggondolni az egyes nézeteket, elméleteket, felfogásokat. A nem szakértőt is megragadja gondolataink logikai ereje, bátor, meggyőző okfejtése. Ha a filozófus nem hivatott is fejtegetéseinek részletes tartalmi elbírálására, annyit megállapíthat, hogy Major elvtárs a marxizmust nem külsőleg aggatja rá a szakmai problémákra, hanem a szakma specifikus, belső problematikáját kutatva igyekszik az építészet dialektikáját feltárni.

Helyesen látja az előadó az építészet elméletének és az építészettörténetnek az egymásrautaltságát és azt a fontos feladatot, amit az építészettörténet lesz hivatva betölteni az építészetelmélet eljövendő, részletes marxista kidolgozásában. Ez a kapcsolat elmélet és történelem között a marxizmus szelleméből, tudományelméleti alapfelfogásából, általános módszertanából következik. Mi, a filozófiában évek óta szívós harcot folytatunk a filozófiatörténet helyének, rangjának, súlyának elismertetéséért, szem előtt tartva azt a lenini tanítást, hogy az elméleti filozófia, a dialektika kérdéseit csak a filozófiatörténet és a tudománytörténet tanulságai alapján lehet korszerű színvonalon feldolgozni. Számunkra nagyon érdekes és tanulságos, hogy nemcsak a filozófiában jelentkezik elháríthatatlan szükségyszerűséggel a történelem, mint az egyik döntően fontos forrása az elméleti kérdések tisztázásának, hanem az olyan viszonylag konkrétabb területen is, mint az építészet elmélete. Ebben a tényezőben a fent említett és részemről is képviselt filozófiai felfogás megerősítését látom.

3. Vizsgálatának módszertani megalapozásaként Major a következőket mondja :

»Az építészet dialektikájának feltárása kétféleképpen történhetik : vagy a történeti múlt kiemelkedő alkotásainak minden vonatkozású analizise útján, vagy annak vizsgálatával, hogy a dialektika egyes alapvonásai milyen — sajátos — módon érvényesülnek az építészet jelenségeiben. Az előbbi a tudományosabb

és nehezebb módszer, alkalmazása a marxista építészettörténetírás feladata, az utóbbi a didaktikusabb s a viszonylag könnyebb módszer, de épp ezért alkalmazásában több a tévedés lehetősége.

A következőkben — az elmondottakból érthetően — az utóbbi módon kísérlem meg az építészet dialektikájának felvázolását.«

E módszertani fejtegetéssel nem értek teljesen egyet. Az itt említett két módszer ugyanis csak a maximális és a minimális megvalósítást öleli fel, holott a valóságban elképzelhető és kívánatos is, hogy *átvezető utat* keressünk a primitív megoldástól az ideális megoldás felé. Teljesen igaz az, hogy egy olyan, Marx részéről is óhajtott építészetelmélet, amely a történeti fejlődés egész gazdagságának elméleti tanulságaira épül, ma még *túl korai* vállalkozás volna, tekintetbe véve az előmunkálatok úgyszólván teljes hiányát. Azonban ez nem jelenti azt, hogy most már meg kellene elégedni annak pusztán számbavételével, hogy a dialektika egyes alapvonásai hogyan érvényesülnek az építészet jelenségeiben. Ez utóbbi tárgyalásmód ugyanis az építészet egyes jelenségeit mintegy adattárrá süllyeszti le és az a veszély áll fenn, hogy az egyes problémák belegyömöszölnének előleges minták Prokrustes-ágyába. Szerencsére Major többnyire elkerüli ezt a veszélyt, de azt már nem tudja elkerülni, hogy — módszere következtében — a problémák elszakadnak egymástól, és nem alakul ki az elméleti problémáknak valamiféle elfogadható rendszertana, holott az *építészet dialektikája* nem jelent mást, mint az építészet döntő elvi kérdéseinek helyes, dialektikusan felépített rendszerét.

Major helyesen jár el akkor, amikor fejtegetéseit az építészet sajátosságának tisztázásával kezdi. Ebből a helyes kiindulópontból kellene — nézetem szerint — továbbmenni a sajátosságok részletes elemzése, tartalom és forma kérdése stb. felé. Bizonyos, hogy az így megalapozott elmélet struktúrája nem lesz végleges és lezárt. Bizonyos, hogy a további építészettörténeti és egyéb kutatások módosítani, korrigálni fogják, de nem kétséges, hogy egy ideiglenes rendszert vagy elméletet már ma fel kellene állítani. Meggyőződésem, hogy Major Máté egy ilyen elméletet — az előadásban felvetett probléma helyes, a tárgy belső természetének megfelelő, a sajátosság tisztázásán továbbmenő és azt kibontó csoportosításával és feldolgozásával — fel is tud állítani.

Ez a feldolgozás mind az építészetelmélet jelen fejlődése, mind pedig a marxista módszertan jelen fejlődésfoka szempontjából a kívánatos. A dialektikus módszert más területeken is felváltja ma a tudományos igényeknek jobban megfelelő feldolgozási mód. Csak ez utóbbi vezethet el fokozatosan a Major részéről teljes joggal óhajtott ideális módszer, az elméleti és történeti feldolgozás egységének megvalósítása felé.

4. Végül még egy tárgyi problémához kívánok hozzászólni: ahhoz a vitához, amely az építészet »művészeti oldala« és »gazdasági—műszaki oldala« közötti fontossági sorrend körül folyik. Major válasza, amelyet népszerű alakban úgy fejez ki, hogy »csak az az épület használható igazán jól (a használat teljes jelentése szerint), amelyik egyben »szép« is« — számomra meggyőzőnek és elfogadhatónak látszik. Ha nem tévedek, hasonló probléma mutatkozik itt a szép és hasznos viszonyának tekintetében, mint amely más területen mint a tudományos igazság és gyakorlati hasznosság viszonyának és hierarchiájának kérdése jelentkezik. Mindkét esetben fenáll egyrészt az élettől elszakadt formalizmus (illetve a tudomány esetében: skolaszticizmus), a másik oldalon pedig a praktikizmus veszélye. A praktikizmus lehet ideig-óráig divatos, tetszetős irányzat, feltűnhet úgy mint az életet, a társadalom igényeit szolgáló művészeti vagy tudományos

irány, de valójában nem szolgálja a társadalmat, mivel ezen az állásponton sem a tudomány, sem a művészet nem képesek betölteni sajátos funkciójukat és végső soron a formalizmus malmára hajtják a vizet. Ha Major megvédi az esztikum rangját és elsőbbségi igényét az építészetben — ahogy magam megvédeném az objektív igazság elsőbbségi igényét a tudományban —, akkor nem a l'art pour l'art elvét védelmezi, hanem a *vulgáris* hasznossági elvet utasítja vissza. Ez az elvi alap az, amely — nézetem szerint — megfelel a marxizmus ismeretelméletének és annak a hierarchiának, amelyet a marxizmus az értékek és a hasznosság szempontja között megállapít.

POGÁNY FRIGYES

Az építészetelmélet — a művészettudomány egyéb területeivel összehasonlítva — viszonylag lassan haladt előre problémáinak tisztázásában. Bár a marxista tudomány megalapítói és nagy művelői kijelölték és megvilágították a tágabb kereteket, amelyeken belül a szakterületek problematikája dialektikusan is kibontható, a részletproblémák mégis általában a lényeges összefüggésekből kiragadva jelentek meg az elméleti munkákban. Ily módon természetesen csak mozaikszemek keletkeztek, s a tanulmányok az építészet lényegének csupán egy-egy összetevőjére vetítettek némi fényt. Sőt e mozaikszemek, vetületek gyakran durván át is színeződtek, könnyen ellenkező előjelűekké váltak, mert lényegüket nem az átfogó összefüggések teljessége határozta meg.

Az építészetelméleti munkák elég száma ellenére e tudományág viszonylagos elmaradottságának okát magam is az említett problémák nagy számában, bonyolult összefüggéseiben és e problémák látszólagos önállóságában látom: abban a csábító látszatban, mintha az anyag, szerkezet, a funkció, a forma, a hagyomány s minden más lényeges tényező esztétikai jelentősége egymástól függetlenül is megérthető, vizsgálható volna. A problémáknak ilyen nagy gazdagsága és ugyanakkor nehezen kibogozható kölcsönhatása, összeshöngyödése teszi olyan göröngyössé az építészetelmélet útját. De éppen ennek a képnek a felismerése helyezi előtérbe az építészet műfaji jellegének tisztázását, azoknak a sajátosságoknak rendszeres feltárását, amelyek az építészetet más művészeti ágaktól megkülönböztetik. Major Máté eddigi munkásságában többször mutatott rá arra, hogy az általános definíciók tág keretein belül a részletproblémák zürzavarban torlódhatnak össze s ennek következményeit látva hangsúlyozta minduntalan, hogy a művészi jelenségekben nem az a lényeges, ami bennük közös, hanem az, amiben különböznek egymástól. S éppen az alapvető összefüggések rendszerének érdekében, tehát a nagy koncepció megteremtése céljából munkálkodott Major Máté éveken keresztül, érelve az építészet problematikájának rendszerbe foglalását. S az, amit ma a Magyar Tudományos Akadémia asztalára letett, évek vizsgálódásának, elmélyült tudományos munkájának eredménye. Tudjuk, hogy az igazság sokszor csak a tévedések útjának bejárása után ragadható meg s ezért lehetséges, sőt talán természetes is, hogy e nagyszabású koncepció még mai stádiumában sem mentes aránytalanságoktól, egyes tényezők nem véglegesen kiforrott értékelésétől. De az építészetelmélet problematikája az építészet sajátos dialektikájának szívós kutatására támaszkodva, a dialektika egyes alapvonásából kiindulva, nagy, átfogó rendszerbe ágyazva — úgy hiszem — előttünk áll. Ez a rendszer, amely nem a tényezők mechanikus össze-

kapcsolása, kategorizálása alapján jött létre, hanem az építészet sajátosságának felismeréséből, e bonyolult valóság lényeges összetevőinek dialektikus összefüggéseit tárja fel, és logikájával egyúttal a teljesség benyomását is kelti. Véleményem szerint az elhangzott tanulmány nemcsak magyar vonatkozásban, hanem általában az építészetelmélet eddigi eredményeire való tekintettel is e tudományág fejlesztésének fontos állomása.

A továbbiakban egy-két részproblémára szeretnék röviden kitérni, s ha észrevételeim a tanulmány bizonyos hiányosságaira mutatnak is rá, ezt annak hangsúlyozásával teszem, hogy a kritikai észrevételek nem homályosíthatják el a Major Máté munkájában rejlő nagyszabású koncepció értékét.

Major Máté eddigi munkásságában — határozott cél érdekében — sokszor kissé egyoldalúan is kiemelte az építészet sajátosságának kérdését, tehát azt, hogy a művészi jelenségekben nem az a lényeges, ami bennük közös, hanem ami megkülönbözteti őket egymástól. Véleményem szerint az általános kritériumok megfelelő hangsúlyozása is rendkívül lényeges, az építészet így foglalja el méltó helyét a művészetek nagy családjában. Mindaz, ami a művészetekre nézve általános, egyetemes, az építészetre vonatkoztatva is természetszerűen érvényes. Major Máté ezt jelen munkájának egy-egy mondatában le is szögezi, de a művészetekre nézve általános, egyetemes kritériumoknak a tanulmány elején mégis nagyobb súlyt kellene adni. Éppen az általános kritériumokat tárgyalva mondja Major Máté a következőket :

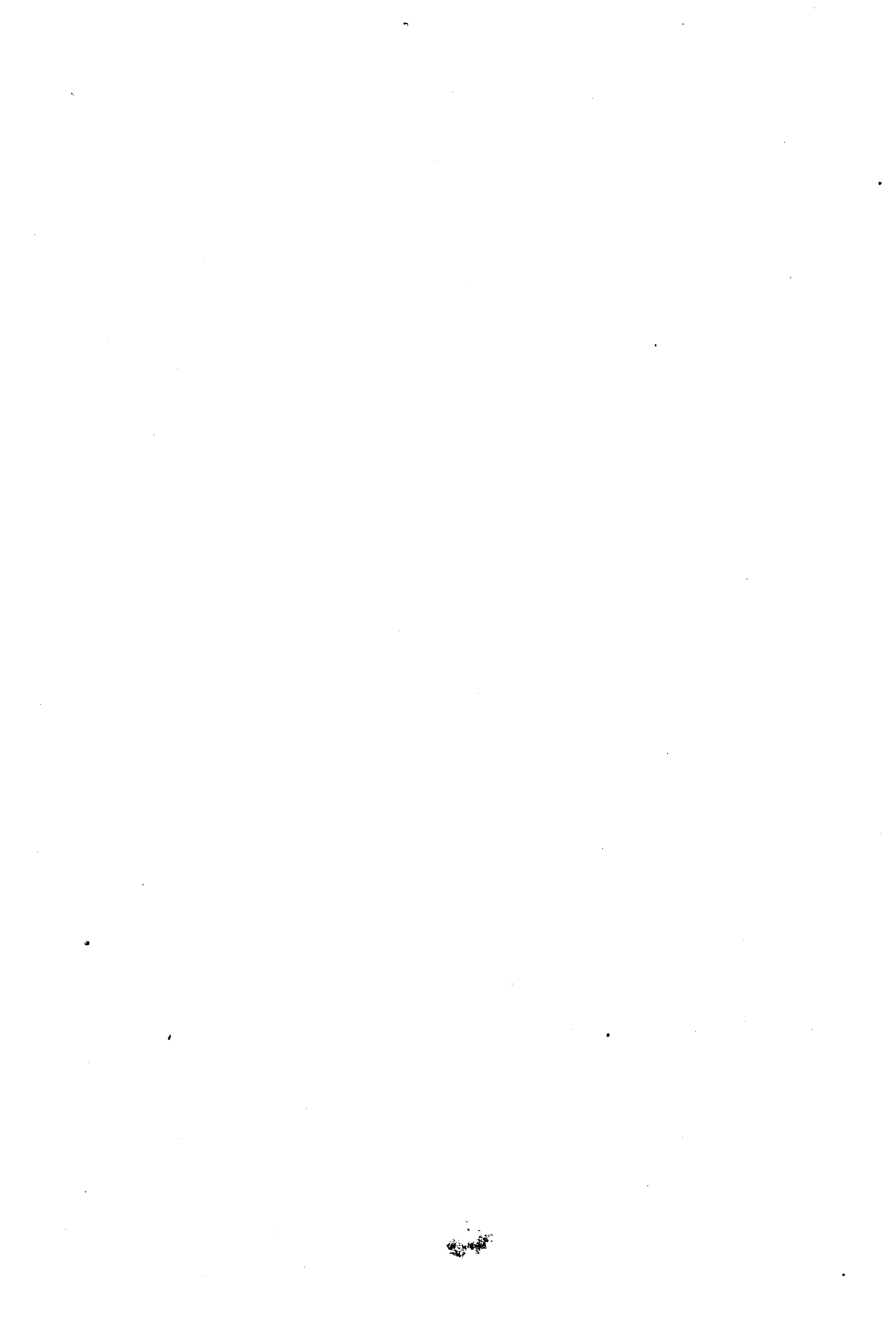
»... A művészetek különböző ágaiban — az irodalomban, a zenében, festészetben, szobrászatban és az építészetben — valóban vannak közös és vannak hasonló vonások. A közös vonások azonban egészen általánosak, olyanok, melyek az egy társadalomhoz, az egy kultúrához tartozást jelzik, hiszen egy adott társadalmon belül mindegyik művészeti ág általában ugyanazokat a művészeti nézeteket akarja a maga sajátos eszközeivel és lehetőségeivel valóra váltani. A hasonló vonások pedig mindig csupán felületiek, sosem hatják át az egész keresztmetszetet.«

Véleményem szerint ez a megfogalmazás módosítandó, vagy kiegészítendő lenne. Az, ami a művészetekben közös, általános, nem a felületet, a felszínt, hanem éppen a jelenség mögött levő lényegét érinti és határozza meg. Éppen ez dönti el, hogy egy-egy épület valóban művészi értékűnek tekinthető-e, vagy csak külsőségekben, műfaji jellegzetességeiben (anyagban, szerkezetben stb.) hasonlít a valódi építészethez. Az építészetet is az általános és a specifikus jegyek, az egyetemes és egyedi sajátosságok határozzák meg egyértelműen. Major Máté egyébként a továbbiakban kellő súlyt ad az építészet művészi oldalának, sőt gondolatmenetének egyik tengelyeként jelentkezik az építészet művészi jellegének előtérbe helyezése. Ezek a fejtegetései úgy hiszem, el is homályosítják azt a hiányérzetet, ami az építészet általános definiálása kapcsán keletkezhetett. Sőt, a művészeti oldal fontosságának erőteljes kiemelése véleményem szerint nem eléggé meggyőző, részletesebb taglalást és indokolást érdemelne. Kétségtelen, hogy minden művészet feladata alapjának hathatós védelme. E feladat magasrendűsége nem vitatható az anyag, a szerkezet és az anyagi funkció, azaz az építészeti tartalom anyagi részével szemben, miként a gondolat mozgása is magasabbrendű, mint a vegyi és biológiai mozgások. Nem érzem tisztázottnak azonban, hogy a magasabbrendűségnek ez az értelmezése egyenértékű-e a »fontosabb« szó értelmével. Ez utóbbi fogalom mögött az értékelés tágabb lehetősége csillan fel. S ha például az értékek rendjének nem történelem feletti, abszolút jelleget tulajdonítunk, a »magasabbrendű« és a »fontosabb« fogalmai

úgy hiszem, már nem fedik egymást, nem egyértelműek. Ez a kérdés problémákat vet fel, amelyek véleményem szerint Major Máté gondolatai alapján továbbra is kidolgozhatók s a kétségek eloszlathatók.

Az építészet mozgásának, változásának kifejtése önmagában is tiszta, kerek egységbe foglalja az építészeti kifejezésben szereplő tényezők rendjét s megragad tiszta rendszerével. Gondolatébresztésére és útmutatásaira itt csak általánosságban utalhatok. A mozgások legmagasabb rendjére, az építészeti gondolat mozgására vonatkozó megállapítások alátámasztják a múlt nagy alkotásainak esztétikai értékelésére vonatkozó helyes feltevéseket, és a hagyományokra vonatkozó vizsgálatokat is megfelelő irányba terelhetik. A múlt építészeti alkotásaiban az építészeti gondolat, a tartalom, tovább él s ha a kifejező eszközök számunkra is érthetőek, e gondolat, tartalom is megragadható. Ez az alapja a múlt építészeti remekei nyomán keletkező művészi élményünknek, amely egyedi tartalmának, művészi mondanivalójának kifejezésével számunkra magjában eredeti, változatlan lehet, de teljességében mégis más, mert a tartalomhoz, a művészi mondanivalóhoz való viszonyunk a társadalom fejlődése folyamán gyökeresen megváltozott. E változó és maradandó tényezők kölcsönhatásának helyes értékelése a Major Máté részéről kifejtett dialektikus módszer alkalmazásából egyértelműen megmagyarázható, s számos aktuális elméleti problémánk megoldása felé vezethet.

Major Máté előadásának egy-két kiragadott részletéhez szóltam csak hozzá. De ennek az előadásnak úgyszólván minden mondata gondolatébresztő, reflexiót igényel. Úgy hiszem azonban, hogy a tanulmány értéke nemcsak téma-gazdagságában, gondolatébresztő jellegében van, hanem elsősorban — mint már utaltam rá — az eddig hiányzó átfogó koncepciójában, amely, ha további finomítást kíván is, hozzásegítheti az építészetelmélettel foglalkozó szakembereket ahhoz, hogy a részletproblémákat a nagyobb összefüggések dialektikus egységében megragadhassák, a nagy rendszer további érlelésével az építészetelmélet fejlődésének útját tovább építsék, egyengessék, s a konkrét gyakorlatnak is elméleti támaszt adhassanak.



ATOMERŐMŰVEK FELÉPÍTÉSÉVEL KAPCSOLATOS ÚJ TERMODINAMIKAI SZEMPONTOK ÉS LEHETŐSÉGEK*

HELLER LÁSZLÓ lev. tag

A világ energiahelyzetének alakulása az energiagazdászokat mindinkább új utak keresésére szorítja. Az állandóan fokozódó energiaigények kielégítése már belátható időn belül nem lesz lehetséges egyedül csak a ma alkalmazott módszerekkel. A még gazdaságosan hasznosítható vízienergiák kiaknázásának lehetőségei ezt a kérdést nem oldják meg és a világ készletei klasszikus tüzelőanyagokban is belátható — és nem túlságosan hosszú — időn belül kimerülnek. A klasszikus tüzelőanyagok között döntő jelentőségű kőszénkészletek kimerülését gyorsítja még az a körülmény is, hogy a kőszénnek mind nagyobb jelentősége van a kémiai iparban mint az utóbbi egyik legfontosabb alapanyagának. Az energiagazdálkodásnak ez a problémája még az energiaforrásokban leggazdagabb országokat is erősen érinti, különösen súlyos azonban a helyzet ezt illetően az energiaforrásokban szegény országokban. Így például hazánkban már 15–20 év múlva egyedül hazai energiaforrásainkra támaszkodva nem fogjuk tudni kielégíteni az energiaigényeket és energiagazdálkodásunk egyensúlyát csak energiaimport révén tudnánk fenntartani. Az energiaimport viszont ugyanakkor újabb problémákat vet fel. Egyrészt maga a hatalmas méretű energiatranszport lebonyolítása jelentene rendkívül nehéz műszaki feladatot, másrészt a megnövekedő energiaköltségek termelésünk gazdaságosságát veszélyeztetnék.

A kérdés megoldására tehát új utakat kell keresnünk. Az atomenergiának villamosenergia fejlesztésére való felhasználása terén az utóbbi időben elért eredmények azt mutatják, hogy ezt az új utat atomerőművek építésében kell keresni.

Az atomerőmű felépítésével kapcsolatos szakirodalomból megállapítható, hogy mindenütt rendkívüli erőfeszítések történnék annak mielőbbi gazdaságos kialakítása érdekében. Ugyanakkor azonban az is megállapítható, hogy ezek az erőfeszítések csaknem kizárólag magának a reaktornak kialakítására szorítkoznak, míg az erőművi rész felépítését illetően — egy-két szórványos esetet [1, 2, 3] nem tekintve — úgyszólván semmiféle komoly próbálkozással nem találkozunk. Miután az erőművi rész a teljes erőmű gazdaságosságát döntő módon

* Székfoglaló előadás 1955. évi május 27-én.

befolyásolja, szüksége mutatkozik annak, hogy a kérdéssel most már a kalorikus mérnök szemszögéből is behatóan foglalkozzunk.

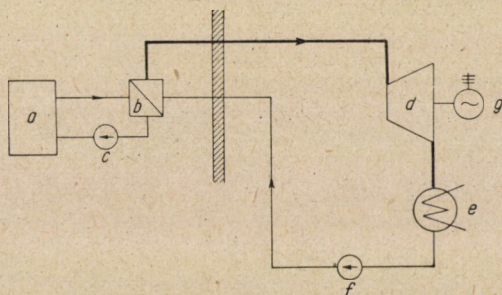
Mindenekelőtt megállapítható, hogy az atommag energiájának villamos energia fejlesztésére történő hasznosításánál gyakorlatilag egyelőre csak az a lehetőség áll rendelkezésünkre, hogy az atommag hasadásakor felszabaduló hőenergiát hőerőművekben hasznosítjuk. Ilyen erőműnek vázlatos felépítését az 1. ábra mutatja. Miután a hőerőművet természetesen óvnunk kell a magreakció során fellépő radioaktivitás hatásaitól, ezért a reaktor és a turbina közé hőcserélő berendezést kell iktatnunk, melyben a reaktort hűtő közeg a reaktorban felvett hőmennyiséget átadja a hőerőmű munkaközegének. Ily módon tehát a szokványos hőerőmű kazánjait ez a hőcserélő helyettesíti és a hűtőközeg által a hőcserélőben leadott hőmennyiség helyettesíti végül a hőerőmű tüzelőanyag-ellátását. A rendelkezésre álló adatok szerint a fent vázolt atomerőmű beruházási költségeinek döntő részét a reaktor beruházási költségei teszik ki [4]. Ez a körülmény viszont nyilvánvalóvá teszi, hogy magának a szorosán vett hőerőműnek termikus hatásfoka hasonlíthatatlanul nagyobb jelentőségű az atomerőműveknél, mint a szokványos hőerőműveknél. Míg ugyanis a szokványos hőerőműveknél a nagyobb hatásfok általában csak a fajlagos beruházási költség megnövelése árán érhető el, addig az atomerőműnél az erőműrész hatásfokának javítása csaknem egyenes arányban csökkenti a kW hasznos teljesítményre eső összeruházási költséget. Adott reaktor esetén ugyanis attól függően, hogy a reaktor hűtéséből származó hőt rosszabb vagy jobb hatásfokkal hasznosítjuk, a hőerőműrészben a kapott villamos teljesítmény is megfelelően nagyobb vagy kisebb. Ugyanekkor természetesen a reaktor beruházási költsége változatlan marad.*

A kalorikus mérnök számára az atomerőmű termikus hatásfokának javítása tehát még sokkal fontosabb feladat, mint a szokványos hőerőművek építésénél, egyrészt mert — mint fent kifejtettük — a termikus hatásfoknak itt sokkal nagyobb jelentősége van, másrészt mert a jó termikus hatásfok kialakításával jelentős mértékben hozzájárulhat ahhoz, hogy az atomerőmű ne csak a tüzelő-

* Ez a megállapítás ellentétben van azzal az egyébként az irodalomban általánosan elterjedt felfogással, miszerint a termikus hatásfok gyakorlatilag elveszti jelentőségét, ha a tüzelőanyagköltség alacsony — mint ahogyan az az atomerőműben a fejlődés során várható. Ez az álláspont azonban csak az eddigi hőerőmű-gyakorlatban lehetett helyes, amikor a hatásfoknak már nem is túlságosan jelentős növelése is a fajlagos beruházási költség jelentős megnövekedését vonta magával. Egészen más azonban a helyzet akkor, ha a hatásfok növelése a beruházási költségek döntő részét nem befolyásolja. Ebben az esetben ugyanis — függetlenül a fajlagos tüzelőanyagköltség abszolút nagyságától — gyakorlatilag változatlan beruházási költségek mellett és a teljes évi tüzelőanyagfogyasztás változatlan értéken való tartásával az erőmű teljesítőképessége és azzal az évi termelt kilowattórák száma is a hatásfok növekedésének arányában növekszik és így a termelt kilowattóra önköltsége gyakorlatilag ugyancsak ebben az arányban csökken. Ez természetesen nemcsak az atomerőműnél van így, de ez a helyzet például egy völgyzárógátás vízi erőmű esetében is, amikor nyilvánvaló, hogy a beruházási költségeknek csupán egy kis hányadát kitevő gépi berendezés hatásfokának javításával a termelt kilowattóra önköltsége gyakorlatilag csaknem olyan mértékben csökken, mint amilyen mértékben a hatásfok megnövekedett, holott ebben az esetben a tüzelőanyagköltség nulla.

anyaghiány-adta szükségmegoldásként, hanem még a jelenlegieknél is gazdaságosabb energiaforrásként álljon az emberiség rendelkezésére.

További jelentőséget ad a termikus hatásfok kérdésének még az a körülmény is, hogy atomerőművekben a jó termikus hatásfok létrehozásának lehetőségei sokkal korlátozottabbak, mint a szokványos hőerőművekben. Mint ismeretes, magfizikai és anyagtechnikai nehézségek miatt a reaktor hűtőközegének hőmérséklete egyelőre nem emelhető 300—350 C° érték fölé [1, 2, 3, 4]. Ez a körülmény azután rendkívüli mértékben súlyosbítja a jó termikus hatásfok megteremtésének problémáját, mivel az ily módon a hőerőmű rendelkezésére bocsátott hőmennyiség még az úgynevezett »hulladékenergiák« hőfokértékét sem éri el.



a = reaktor ; b = hőcserélő ; c = keringető szivattyú ; d = turbina ; e = kondenzátor ;
f = tápszivattyú ; g = generátor

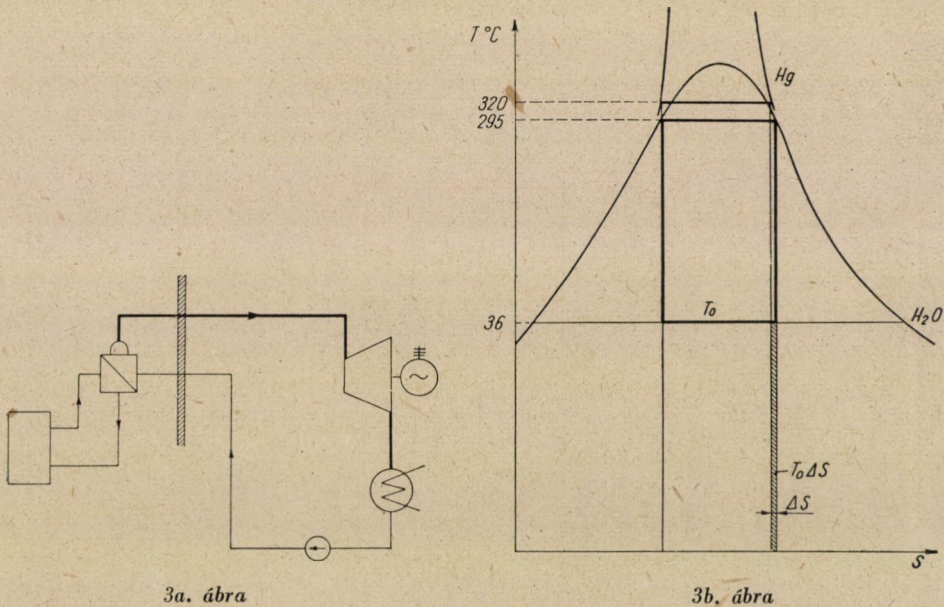
I. ábra.

Ha a fejlődés során a reaktorban tartható hőmérséklet valószínűleg növelhető lesz is, az atomerőmű ezt illetően mindig hátrányban lesz a klasszikus tüzelőanyagokkal működő hőerőművekkel szemben. A szerkezeti anyagokkal szemben támasztott követelményeket illetően ugyanis, a hőfokbíráson felül az atomerőműben mindig többletként fognak jelentkezni a magfizikai szempontokból eredő további követelmények, és így az atomerőművekben alkalmazható maximális hőmérséklet mindig alatta fog maradni a szokványos hőerőműveknél alkalmazható maximális értéknek. A termikus hatásfokérték tehát atomerőművekben minden vonatkozásban döntő fontosságú.

A termikus hatásfok megítélésénél rendkívül fontos, hogy mindig a reaktort hűtő közeg hőmérsékleti viszonyaiból induljunk ki, illetve kiindulási alapként a hűtőközeg hőfokhatárértékeiből kiadódó maximális elméleti munka értékét vegyük figyelembe. Ha ugyanis csak a munkaközeggel végzett körfolyamatot vizsgáljuk, úgy ez a kapott hatásfok megítélésénél könnyen félrevezethet bennünket. Így — mint a szakirodalomból [1, 2] megállapítható — egyes tervezők arra a megállapításra jutottak, hogy a reaktor hűtőközegének rendkívül alacsony hőfoka mellett legcélszerűbb egy telített vízgőzzel dolgozó turbinát alkalmazni, mikor is a tápvízelőmelegítésre szolgáló nagyszámú csapolás segítségével a telített vízgőzkörfolyamat hatásfoka megközelíti az ideális Carnot-körfolyamat hatásfokát. (Ugyanekkor a turbinának megfelelő szerkezeti kiképzésével gondoskod-

különbséggel történő hőcsere következtében. Ha az entrópiánövekedés értéke ΔS és a vízgőzkörfolyamat kondenzációs hőmérséklete T_0 , akkor az ily módon elvesző munka $T_0 \Delta S$, azaz az ábrában vonalkázott területtel arányos. Hiába tehát a vízgőzkörfolyamat teljes reverzibilitása, ha a hőcsere irreverzibilis módon játszódik le. A helyes megoldás a fenti javaslattal szemben tehát az, hogy az irreverzibilis állapotváltozásokat nemcsak a munkaközeg által végzett körfolyamatnál, hanem már a hőcsere során is igyekezzünk a minimális mértékre csökkenteni.

Az ideális megoldást az adott, a reaktorban megengedett felső hőfokhatárérték mellett természetesen az izotermikus hőátzármaztatás jelentené, mely



3a. ábra

3b. ábra

azonban gazdaságosan csak a reaktorban történő gőzfejlesztés mellett képzelhető el. (Folyadék vagy gáznemű közvetítő közeggel az izotermikus hőátzármaztatás megközelítése ugyanis csak rendkívül nagy keringetési munka árán lenne lehetséges.) A vízgőznek e célra történő felhasználása több nehézséggel járna, mivel egyrészt a reaktorban nagy nyomások alkalmazása válnék szükségessé, másrészt a vízgőz a rádióaktív sugárzás hatására már alacsony hőmérsékleten is disszociál. Lényegesen alkalmasabbnak mutatkozik fenti célra a higanygőz alkalmazása, amelynél az alkalmazott nyomás igen kicsiny és amelynél a zárt rendszerben való keringetés a reaktor és a hőcserélő között — tekintettel a higany nagy faj súlyára — már kis szintkülönbségnél minden szivattyúzás nélkül, gravitációval megoldható, amivel azután jelentős keringetési munka takarítható meg. Nyitva marad természetesen itt is a rádióaktív sugárzás és a magfizikai szempontokból jelentős egyéb tényezők (neutronbefogás stb.) hatásának kérdése.

Az izotermikus hőátzármaztatás megvalósítása esetén az atomerőmű egyszerű kapcsolási vázlatát a 3a ábra mutatja, míg az állapotváltozások lefolyását az ehhez tartozó Ts -diagram (3b ábra) ábrázolja.

Ha a 2. ábra szerinti esetben a reaktorban megengedett felső hőmérsékleti határt $T_{r1} = 320\text{ C}^\circ$, a primér hőcserélő utáni hőmérsékletet pedig $T_{r2} = 220\text{ C}^\circ$ értékre vesszük és ugyanakkor a primér hőcserélőt úgy méretezzük, hogy a munkaközegként felhasznált vizet $T_1 = 215\text{ C}^\circ$ hőmérsékleten párologtatjuk el, akkor a telített vízgőzprocesszus ideális hatásfokaként

$$\eta = \frac{T_1 - T_0}{T_1} = \frac{488 - 309}{488} = 0,367$$

értéket kapjuk, 36 C° alsó hőfokhatárt, illetve kondenzációs hőmérsékletet feltételezve.

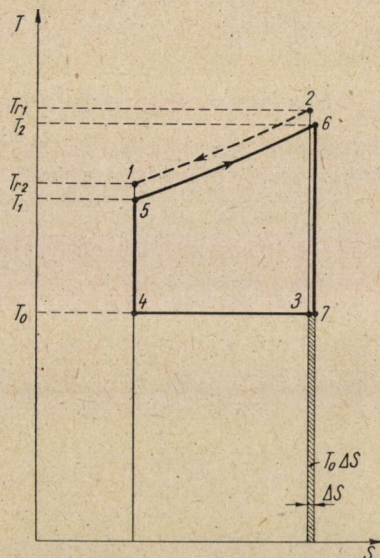
Amennyiben a reaktorban megengedett felső hőfokhatárként megint csak a 320 C° értéket vesszük, úgy az izotermikus hőátzármaztatás esetén a hőcserélőben 320 C° hőfokon kondenzálódó higany a munkaközéget képező vizet 295 C° hőmérsékleten párologtatja el, ha azonos nagyságú hőcserélőfelületet alkalmazunk, mint a 2. ábra szerinti esetben, figyelembevéve ugyanakkor a jobb hőátbocsátási tényezőt is. (A 3b ábra szerinti Ts -diagram a vízgőzre nézve a súlyegységre vonatkozó értékeket tartalmazza, a higanyra nézve pedig a megfelelő súlyarányban átszámított értékeket.) A hőcserélőben alkalmazott kisebb hőfokrés, valamint a hőbevezetésnek nagyobb átlagos hőfoka következtében az entrópiánövekedés mértéke is kisebb lesz és ennek megfelelően a $T_0 \Delta S$ veszteségfelület is megfelelően kisebbre adódik. A vízgőzkörfolyamat hatásfoka ennek megfelelően jelentősen nagyobb értéket eredményez, mivel az utóbbi Carnot-folyamat (feltételezve, hogy a »karnotizálást« az előző esethez hasonló mértékben hajtjuk végre) felső hőfokhatárértéke az előző 488 K° helyett 568 K° lesz. Ezen értékekkel most már az alábbi hatásfokot nyerjük:

$$\eta = \frac{568 - 309}{568} = 0,456.$$

Az így kapott hatásfok az elméletileg elérhető legnagyobb értéket adja adott felső hőfokhatárérték (jelen esetben 320 C°) és adott hőcserélő felület mellett és az a szóbanforgó példa esetében $24,25\%$ -kal nagyobb, mint a 2. ábra szerinti esetben. A javulás mértéke a valóságban még nagyobb lesz, mert az izotermikus hőátzármaztatás esetén alkalmazandó hőcserélő felület optimális mérete minden bizonnyal nagyobb értéket fog adni, mint a 2. ábra szerinti esetben, aminek következtében az alkalmazott hőfokrés csökken és a vízgőzfolyamat felső hőfokértéke pedig megfelelően emelkedni fog.

Amennyiben a higany magfizikai tulajdonságai miatt nem volna alkalmas közvetítőközeg, úgy kémikusainknak sürgősen keresniök kell olyan anyagot,

mely megfelelő magfizikai tulajdonságokkal rendelkezik és amelynek egyéb termikus, illetve fizikai tulajdonságai a higanyét a legjobban megközelítik. Ha ilyen anyaggal rendelkezünk, akkor az erőműrészben a hőcserélőben átvett hőmennyiséget mindenkor az elméletileg maximális értéket megközelítő határfokkal tudjuk hasznosítani; a megközelítés mértéke lényegében az alkalmazott hőcserélő felület nagyságától függ. Magának a határfoknak abszolút értéke viszont a reaktorban alkalmazható legmagasabb hőfokértéknek függvénye. Ha ez utóbbi érték adott, akkor tehát az izotermikus hőátzármaztatással a



4. ábra

maximális eredményt tudjuk elérni.* (Természesen megoldandó feladatot képez még a reaktornak elpárologtatás útján történő hűtése esetén a megfelelő konstrukció kialakítása is.)

Mindaddig azonban, míg az izotermikus hőátvitel gyakorlati lehetőségei nincsenek meg, olyan hőtechnikai megoldásokra kell törekednünk, melyek a minimális irreverzibilitást a teljes rendszerre nézve biztosítják. Ez azt jelenti, hogy a hőerőműrész felépítésében teljesen új utakat kell keresnünk és — mint ahogy azt eddigi vizsgálataink mutatják — el kell hagynunk a klasszikus vízgőz-körfolyamatot.

Ts-diagramban (4. ábra) vizsgálva a kérdést minden további nélkül kitűnik, hogy folyadék vagy gáznemű közvetítőközeg alkalmazásakor a teljes reverzibilitást, vagyis az elméletileg maximális munka kinyerésének lehetőségét

* Az izotermikus hőátzármaztatásnál az irreverzibilitást lényegében nemcsak a hőcserélőben, de magában a reaktorban is a minimális mértékre csökkentjük.

csak úgy tudjuk megközelíteni, ha a hőcsere során a munkaközeg hőmérséklete is folyamatosan változik, azaz emelkedik. Ez esetben az elméletileg kinyerhető maximális munka (1 2 3 4 felület) helyett, az 5 6 7 4 felülettel arányos munkát kapjuk, amely most már csak a kisebb véges hőfokkülönbséggel történő hőcsere következtében bekövetkező irreverzibilitásból adódó, ugyancsak jóval kisebb $T_0 \Delta S$ felülettel kisebb az elméleti maximumnál. Mivel a véges hőfokkülönbség alkalmazását gyakorlatilag nem tudjuk elkerülni, a veszteség nagysága az alkalmazható legkisebb hőfokrés, illetve a gyakorlatilag még gazdaságosan alkalmazható legnagyobb hőcserélő felület függvénye.

A fent kifejtettek viszont önműködően azt jelentik, hogy a klasszikus vízgőzkörfolyamat alkalmazását atomerőművekben el kell hagynunk és helyette olyan munkaközegre kell keresnünk, amellyel a kívánt célt a legnagyobb mértékben tudjuk megközelíteni.

Ha a számításba jöhető új rendszereket vizsgáljuk, akkor érdekes lehetőséget nyújt valamely megfelelő kétkomponensű (binér) közegnek munkaközegként való alkalmazása. Ilyen rendszer akkor alakítható ki leggazdaságosabban, ha az alkalmazott binér közeg a termikus viselkedés szempontjából megfelelő azeotropikus ponttal bír. A szokványos binér közegek hőfok-koncentráció diagramját ($t - \xi$ diagram) az 5a ábra mutatja. Ebben a különböző nyomásértékekhez tartozó forráspont- és harmatpontgörbék által bezárt terület adja a szóbanforgó nyomáshoz tartozó párolgási területet.

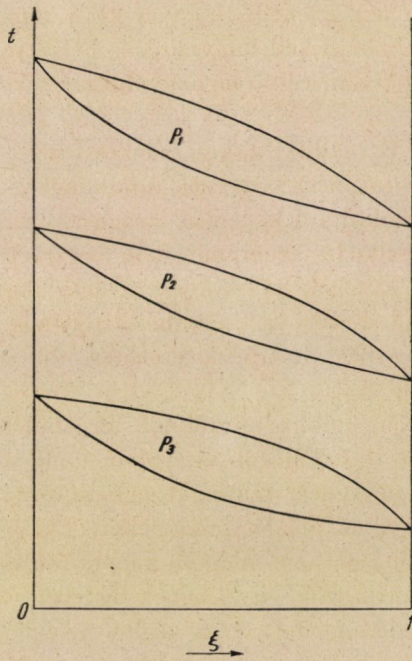
Az 5b ábra mutatja ugyanekkor egy azeotropikus pontokkal bíró binér közeg $t - \xi$ diagramját. Ez utóbbi diagramot közelebbről vizsgálva minden további nélkül megállapítható, hogy ilyen közegnek munkaközegként való alkalmazásával legjobban tudjuk megközelíteni az ideális feltételeket. Ekkor ugyanis a közeg elgőzölögtetése p_1 állandó nyomáson nem állandó, hanem folyamatosan emelkedő hőmérsékleten történik, majd a túlhevítési hőnek bevezetése is természetszerűleg a hőfok folyamatos növekedése mellett megy végbe. Az elpárolgotatás során a közeg hőmérséklete tehát t_1 értékről t_2 , majd a túlhevítés során t_2 értékről t_3 értékre növekszik. Ha p_3 jelzi ugyanekkor a processzus kondenzációs nyomását, akkor az 5b ábrában választott ξ_1 -értéknél a kondenzációs állapotváltozás éppen az azeotropikus pontba esik, ami tehát azt jelenti, hogy a kondenzátorban a hőelvonás állandó hőmérsékleten, mégpedig az alsó hőfokhatárt jelentő t_0 értéken történik.

Ilyen közeg felhasználása esetén tehát a közeg elgőzölögtetése állandó nyomáson, de növekvő hőmérsékleten megy végbe, míg az expanzió utáni kondenzáció állandó hőmérsékleten történik. A növekvő hőmérsékleten történő elpárolgotatás biztosítja a hőcserélőben a minimális irreverzibilitást, az állandó hőfokon történő kondenzáció pedig lehetővé teszi az alsó hőfokon történő izotermikus hőelvonást.

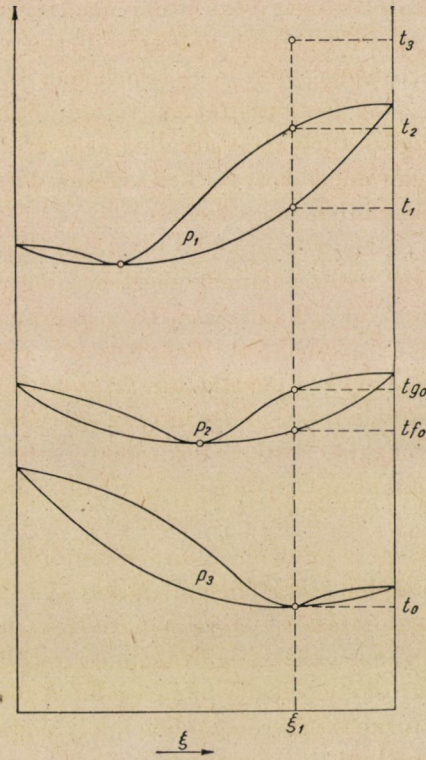
Ilyen rendszer alkalmazására hulladékhő hasznosításával kapcsolatban történt javaslat, [5] amikor a munkaközeg kondenzátumának t_0 hőfokról t_1 értékre való melegítése ugyancsak a hulladékhőenergiát hordozó közeg további

lehűtésével történt, aminek a szokványos hulladékfőhasznosítás során természetesen semmi akadályja sincs, illetve a folyamat logikusan csak így vezethető.*

Ha ezt a rendszert atomerőművekben kívánjuk alkalmazni, akkor természetesen a feladat némiképpen módosul. A hőcserélőben ugyanis csak azt a hőmennyiséget vonjuk el a reaktort hűtő közegből, amely a munkaközegnek elpárologtatásához és túlhevítéséhez, azaz t_1 hőfokról t_3 hőmérsékletre való hevíté-



5a. ábra



5b. ábra

téséhez szükséges (a reaktort hűtő közeg a hőcserélőt tehát a t_1 hőmérsékletet az alkalmazott hőfokrésszel meghaladó értékkel hagyja el), míg a folyadék előmelegítése t_0 hőmérsékletéről t_1 értékre a körfolyamat karnotizálásával viendő keresztül. Ez a karnotizálás ugyanekkor rendkívül érdekes módon igen egyszerű

* Hulladékfő hasznosításánál a hőbevezetés átlagos hőmérsékletének csökkentése természetesen nem veszteséget, hanem nyereséget jelent, mivel a hőhordozó közeg továbbhűtésével többletenergiát nyerünk ki, illetve elkerüljük azt a veszteséget, amit a hőhordozó közegnek nagyobb hőmérséklettel történő elengedése jelentene. Az atomerőmű esetében ezzel szemben a reaktorból kinyert hőmennyiséget a hőcserélőben történő hőbevezetésnek átlagos hőfoka nem befolyásolja, viszont az átadott hőmennyiség termodinamikai értékét a hőbevezetés átlagos hőfokának csökkenése megfelelően csökkenti, aminek hatása természetesen nagyobb, mint a keringetési munkában ugyanekkor azzal elérhető megtakarítás.

eszközökkel valósítható meg. Míg ugyanis vízgőzkörfolyamatoknál a regeneratív tápvizelőmelegítés csak végtelen sok csapolással teszi lehetővé a teljes karnotizálást, addig a szóbanforgó közegnél ugyanez végesszámú csapolás segítségével történhet. Az azeotropikus pont fölötti nyomásokon ugyanis a csapolt binér gőzmennyiség folyamatosan csökkenő hőmérsékleten kondenzálódik (így például p_2 csapolási nyomáson — végtelen nagy hőcserélő alkalmazásakor — t_{f_0} hőfokról t_{g_0} hőfokra teljesen reverzibilisen melegíthető a folyadék, míg kondenzálódó vízgőzzel történő előmelegítéskor a teljes reverzibilitás még végtelen nagy hőcserélővel sem valósítható meg) és így már végesszámú csapolás esetén is megközelíthető a teljes karnotizálás.

Természetesen a hőcserélőben alkalmazott hőfokrés állandó értéken való tartása még a közeg elpárolgása és túlhevítése során adódó fajhőváltozásának is függvénye. Ugyanakkor a regeneratív folyadék előmelegítés folyamatát pedig az expanzió során bekövetkező állapotváltozások is természetesen befolyásolják.

Eddigi vizsgálataink során még nem találtunk e javaslat megvalósítására megfelelő közeget, mivel az eddig ismeretesek között széles párolgási zónával (ahol tehát az azonos koncentrációhoz tartozó forráspont és harmatpont közötti hőfokkülönbség nagy)* csak alacsony hőfokszinten rendelkeznek és így e téren megint csak kémikusainkra hárul a feladat, hogy egy, a javasolt folyamatra megfelelő közeget találjanak.

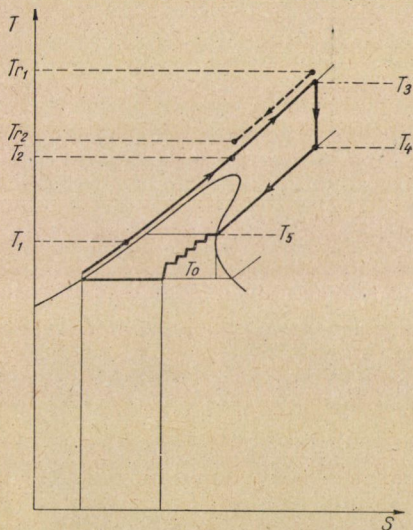
Egy másik lehetőség, amelynél közelebb maradunk az eddigi gyakorlathoz, ha a hőbevezetés során a minimális átlagos hőfokrést úgy biztosítjuk, hogy a munkaközegbe a hőbevezetést kritikusan túli nyomáson végezzük. Vízgőz alkalmazása itt megint csak nem jön számításba, mert annak kritikus hőfoka magasan fekszik a reaktorban megengedhető $300\text{ }^\circ\text{C}$ körüli értékhez képest (sőt még ezen értéknek jelentős fokozása esetén is), hanem olyan közeget kell alkalmaznunk, melynek kritikus pontja alacsonyabb (vagy legalább is nem sokkal magasabb) szinten fekszik, mint a reaktort hűtő közvetítő közeg alsó (a hőcserélő utáni, illetve a reaktorba való belépés előtti) hőfoka. Ekkor az expanzió végig a túlhevített mezőben folyik le, ami biztosítja a jó termodinamikai hatásfokot. Természetesen, ha az expanziót a szokványos módon hagynánk lezajlani, az ebben a rendszerben két súlyos hátránnyal járna: egyrészt az expanzió végpontján a gőz még erősen túlhevített és így az alsó hőfokhatárral megszabott kondenzátornyomáson történő hőelvonás jelentős része nem izotermikusan (az alsó hőfokhatár értéken), hanem csökkenő hőmérsékleten menne végbe, ami az elméletileg kinyerhető maximális munkával szemben jelentős veszteséget okozna. Másrészt a kritikusan túli nyomáson lévő folyadékot a reaktort hűtő közeggel fűtött (tehát primér) hőcserélőbe való belépésig nem lehetne regeneratív előmelegítéssel

* A keskeny párolgási zóna hátránya is kiküszöbölhető egyébként, ha a hőcserélőben átadott hőmennyiséget a munkaközeg két, esetleg több különböző nyomásfokozaton veszi át és így az erógéprendszerbe két, esetleg több admisszió-állapottal kerül bevezetésre.

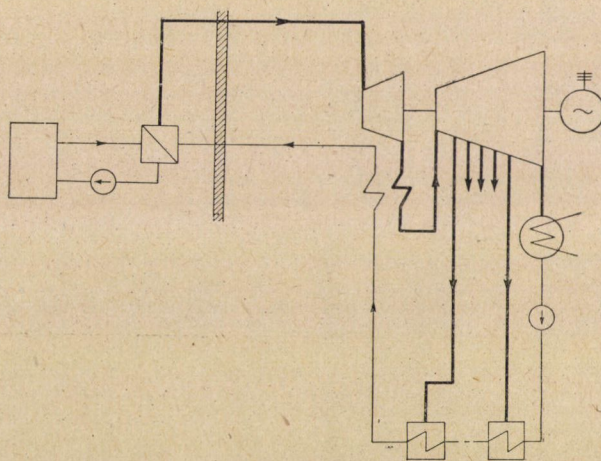
a kívánt hőfokra hozni, ami a primer hőcserélőben erősen megnövelné a hőátzármaztatás irreverzibilitását és rontaná a rendszer gazdaságosságát.

Mindkét hátrány kiküszöbölhető azonban a következőkben ismertetett folyamatvezetéssel (6a és 6b ábrák).

A reaktort hűtő közeg a primér hőcserélőbe T_{r1} hőfokon érkezik, ahol T_{r2} hőfokra hűl le, miközben az oda T_2 hőfokon és kritikusan túli nyomáson érkező munkaközeg T_3 fokig melegíti. A munkaközeg T_3 hőfokkal kerül a turbina nagynyomású részébe, ahol T_4 hőfokra expandál. (Az expanziót az egyszerűbb



6a. ábra

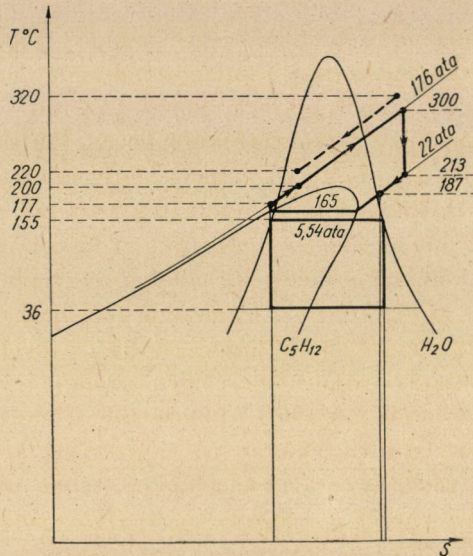


6b. ábra

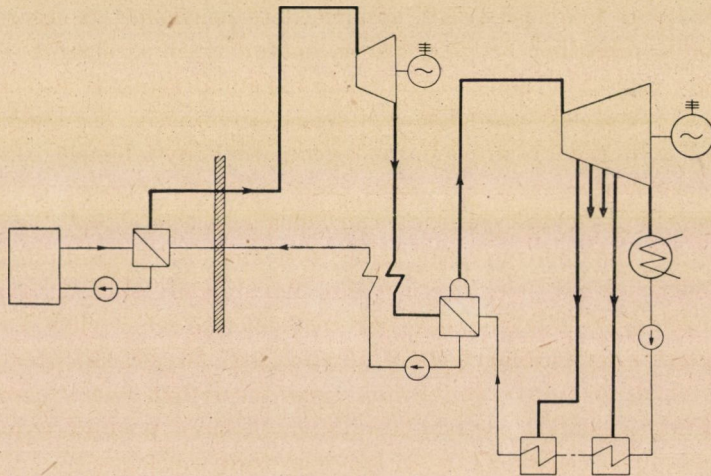
áttekinthetőség kedvéért veszteségmentesen ábrázoljuk.) Itt az expanziót megszakítjuk és a gőzt a turbinából kivezetve egy második hőcserélőbe vezetjük, ahol azt állandó nyomáson a telített állapotra (T_5 hőfokra) hűtjük, miközben a vele szemben áramló kritikus nyomáson túli folyadékot T_1 hőfokról T_2 értékre melegítjük. A T_5 hőmérsékletű telített gőzt aztán visszavezetjük a turbina kisnyomású részébe, ahol az a T_0 alsó hőfokhatárnak megfelelő telítési nyomásig expandál. A kisnyomású turbinából csapolt gőzmennyiségek segítségével ugyanakkor a sokfokozatú regeneratív tápvízelőmelegítő rendszerben a kritikusan túli nyomásra összenyomott kondenzátumot T_1 hőfokra melegítjük elő.

Mint a 6a ábra szerinti Ts-diagramból minden további nélkül kitűnik, a két hőcserélőben, valamint a regeneratív tápvízelőmelegítés során a véges hőfokkülönbségek következtében elkerülhetetlen entrópiánövekedéseket nem tekintve (és természetesen az expanziót is veszteségmentesnek feltételezve), sikerült ily módon az elméleti maximális munkát kinyerni.

Fentieknek természetesen előfeltétele, hogy olyan kedvező tulajdonságokkal rendelkező munkaközéget találjunk, mint amilyent a 6a ábrában mutatunk be. Ezeket a kedvező tulajdonságokat elsősorban a határgörbének az ábra szerinti kedvező alakja, valamint az a körülmény nyújtja, hogy a kritikuson



7a. ábra.



7b. ábra

túli nyomású folyadéknak, valamint a T_5 telítési hőfokhoz tartozó nyomáson a túlhevített gőznek fajhő-értékei a T_1 és T_2 , illetve T_4 és T_5 hőfokok között azonosak. Bár ilyen ideális tulajdonságokkal rendelkező közegnek meglelése még a további kutatómunka feladata, meg kell állapítanunk, hogy már ma is

ismeretesek olyan anyagok, melyek ezeket az ideális tulajdonságokat elég jól megközelítik és amelyek alkalmazása jelentős megtakarítást eredményezhet például az eddig konkrétan javasolt telített vízgőzprocesszussal szemben. Az eddig ismeretes anyagok közül például a pentán (C_5H_{12}) rendelkezik a kívántakat megközelítő jó tulajdonságokkal és a következőkben a javasolt processzusnak pentánnal mint munkaközeggel adódó számértékeit ismertetjük.

A javasolt pentánrendszert a Ts-diagrammban a 7a ábra mutatja, [6] míg a 7b ábra ábrázolja annak elvi kapcsolási vázlatát.

Újra feltételezve, hogy a reaktort hűtő közeg $320\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérséklettel lép be a primér hőcserélőbe és ott $220\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletig hűl le, a pentánba történő hőbevezetés 176 ata (kritikus fölötti) nyomáson történik, amikor is a pentán $200\text{ }^\circ\text{C}$ értékről $300\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletre melegszik. (A kisebb irreverzibilitás ugyan azt kívánna, hogy a hőfokrás a melegebb oldalon nagyobb legyen, ezt a körülményt azonban itt az egyszerűbb számszerű összehasonlítás kedvéért elhanyagoltuk. A részletes számítás során természetesen a nyomásviszony optimális értékének megválasztásával a hőcserélőben uralkodó hőfokkülönbségek is optimális értékkel nyerhetők.) A $300\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű nagy nyomású pentángőz 22 ata nyomásig expandál a turbinában (az egyszerűség kedvéért az expanziót megint csak ideálisra véve) és azt $213\text{ }^\circ\text{C}$ hőfokon, tehát még erősen túlhevített állapotban hagyja el és kerül a második hőcserélőbe, ahol állandó nyomáson $187\text{ }^\circ\text{C}$ hőfokra lehűl, miközben a vízgőz-elpárologtatóban képződött pentán-kondenzátumot a primér hőcserélőbe való belépési hőfokáig, $200\text{ }^\circ\text{C}$ értékig melegíti. A 22 ata nyomású $187\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékletű pentángőz az elpárologtatóban kondenzálódik, miközben ott $5,54\text{ ata}$ nyomáson vizet párologtat el, majd az itt képződött vízgőzt megfelelő turbinában expandáltatjuk az alsó hőfokhatárt képező $36\text{ }^\circ\text{C}$ értéknek megfelelő kondenzátornyomásig. Ugyanekkor ezt az utánkapcsolt telített vízgőzfolyamatot regeneratív tápvizelőmelegítéssel karnotizáljuk. A vízgőzkörfolyamat beiktatása azért válik szükségessé, mivel a pentán határgörbéje elüt a 6a ábra szerinti, e célra ideális közegétől, és így a kisnyomású részben történő expanzió is végig a túlhevített mezőben játszódna le, ami részben a kondenzációnál jelentene további entrópiánövekedést, részben pedig nem tenné lehetővé a regeneratív tápvizelőmelegítéssel a teljes karnotizálást. Természetesen az elpárologtatóban alkalmazott $10\text{ }^\circ\text{C}$ hőfokrás ugyancsak entrópiánövekedéssel jár, számításaink szerint azonban ennek a megoldásnak irreverzibilitása az adott esetben kisebb, mint ha a pentánt expandáltattuk volna végig a $36\text{ }^\circ\text{C}$ értékhez tartozó kondenzátornyomásig.

Fenti számértékkel a teljes rendszer termikus hatásfoka a következőképpen alakul:

A primér hőcserélőbe bevezetett hőmennyiség, melyet a reaktort hűtő közeg lehűtéséből kapunk:

$$Q_r = 72 \text{ kcal/kg pentán.}$$

A pentán-tápszivattyú munkája :

$$L_{tsz} = 0,7 \text{ kcal/kg.}$$

A pentán expanziója során kapott munka :

$$L_p = 12 \text{ kcal/kg.}$$

Ugyanekkor a vízgőzkörfolyamatból kapott munka :

$$L_v = 16,8 \text{ kcal/kg pentán.}$$

A teljes rendszer termikus hatásfoka tehát

$$\eta = \frac{12 + 16,8 - 0,7}{72} = 39,03\%.$$

A továbbiakban a 7. ábrában feltüntetett kapcsolás szerint megépített pentán—vígőz rendszer hatásfokát összehasonlítjuk a javasolt [1, 2] telített vízgőz körfolyamattal. Összehasonlítási számításainkban a primér hőcserélő felületét mindkét esetben végtelen nagyra vettük, tekintve, hogy a helyes értékeket mindkét esetben csak optimum-számítással lehet meghatározni, az ezen számításokhoz szükséges adatok viszont esetenként más és más értéket adnak. A végtelen nagy felülettel történő számítás viszont ezeket a különbségeket kiküszöböli és jó megítélési lehetőséget ad a gyakorlati összehasonlításra. Az expanziót mindkét esetben ideálisnak tételeztük fel és ugyancsak feltételeztük mind a telített vízgőz körfolyamatnál, mind a pentán—vígőz processzus vízgőz részén is a tökéletes karnotizálást. A pentán-rendszerben alkalmazott két további hőcserélő felületet azonban véges hőfokkülönbséggel (10 C°) vettük számításba, mivel itt a végtelen felülettel való számolás a telített vízgőz körfolyamat hátrányára lett volna, tekintve, hogy ott ilyen felületekre szükség nincsen.

Végtelen nagy primér hőcserélő felület alkalmazásakor a pentánt ebben a hőcserélőben 217 C°-ról 320 C° hőmérsékletre melegítjük, miközben természetesen a reaktort hűtő közeg 320 C° értékről 217 C°-ra hűl le. A pentángőz expanziója ez esetben 176 ata nyomásról 20 ata nyomásra történik, az expanzió véghőfoka 232 C°. A hőcserélőben a túlhevített pentángőz 232 C fokról 175 C° hőmérsékletre hűl le, miközben a 176 ata nyomású folyékony pentánt 165 C fokról 217 C° értékre melegíti. Ugyanekkor az elpárologtatóban az oda 175 C° hőmérséklettel érkező, enyhén túlhevített pentángőz a 20 ata nyomásnak megfelelő telítési hőfokon, 162 C° hőmérsékleten kondenzálódik, miközben az 5,12 ata nyomású vizet 152 C° hőmérsékleten elpárologtatja.

A rendszer energiamérlege az előzőeknek megfelelően az alábbiak szerint alakul:

$$Q_r = 76 \text{ kcal/kg pentán.}$$

A pentán-tápvízszivattyú munkája:

$$L_{isz} = 0,7 \text{ kcal/kg.}$$

A pentán expanziója során kapott munka:

$$L_p = 16 \text{ kcal/kg.}$$

Ugyanekkor a vízgőz körfolyamatból kapott munka:

$$L_v = 16,7 \text{ kcal/kg pentán}$$

és így a teljes rendszer termikus hatásfoka

$$\eta = \frac{16 + 16,7 - 0,7}{76} = 42,11\%.$$

Ugyanekkor a telített vízgőzprocesszus hatásfoka, végtelen nagy primér hőcserélő esetén, az ennél adódó 217 C° felső hőfokhatárral tehát

$$\eta = \frac{217 - 36}{217 + 273} = 36,9\%.$$

A javasolt pentán-rendszer ezek szerint tehát

$$\frac{42,11 - 36,9}{36,9} = 14,11\% \text{-kal}$$

jobb termikus hatásfokot eredményez, mint az azonos körülmények mellett alkalmazható ideális telített vízgőz körfolyamat.

A két rendszer közötti hatásfokkülönbség a gyakorlati megoldásban még nagyobb lesz a pentán-rendszer javára, mivel egyrészt a hőfokrésként felvett értékek — mint ahogy előbb már említettük — még nem jelentik az optimális értékeket, másrészt a teljes karnotizálás adta előny a telített vízgőz processzusnál a teljes rendszerre nézve érvényesül, míg ugyanaz a pentán—vígőz rendszerben csak annak a vízgőzrészét érinti. Végül ugyancsak nem elhanyagolható előnyét jelenti a pentán-rendszernek az a körülmény is, hogy ha a reaktort hűtő közeg keringetési munkájának csökkentése egyébként gazda-

ságosnak mutatkoznék, akkor az ily módon megnövekedett hőfokkülönbség ($T_{r1} - T_{r2}$) kevésbé rontja a pentán-rendszernek, mint a telített vízgőz-rendszernek hatásfokát. Az előbbire nézve ugyanis a felső hőfokérték csak a hőbevezetés átlagértékének csökkenésével lesz arányosan kisebb, míg a vízgőzkörfolyamatnál ezt az értéket a reaktort hűtő közeg alsó hőfokértékének csökkentése teljes értékkel csökkenti, tekintve, hogy a vízgőz-processzus felső hőfokértéke — végtelen felület esetén — mindig azonos a reaktort hűtő közeg alsó hőfokával.

Fenti eredmény azonban — mint a bevezetőben említettük — döntő jelentőségű, mert azonos reaktorteljesítmény mellett az atomerőmű teljesítményét növeli az előbb említett mértékben, anélkül, hogy a beruházási költségeket lényegesen befolyásolná, tekintettel a reaktorberuházási költségeknek döntő súlyára.

Természetesen a pentánt csak példaképpen használtuk számításaink céljára, nem vizsgáltuk azonban egyéb tulajdonságait, amelyek a javaslat szerinti alkalmazásánál esetleg műszaki nehézségeket jelentenének, vagy esetleg termikus szempontból is hátrányosak (viszkozitás, hőátadási tényező stb.). Nyilvánvaló, hogy megfelelő kutatómunkával kémikusaink találni fognak a pentánnál céljainkra még kedvezőbb termikus és fizikai tulajdonságokkal rendelkező anyagot, és így számításaink elsősorban csak azt célozták, hogy bemutassuk, miszerint már a céljainkra egyébként nem legideálisabb pentán alkalmazása is mily jelentős hatásfokjavulást eredményez az eddig javasoltakkal szemben.

A kutatásoknak oda kell irányulniok, hogy végcélként a 6a ábra szerinti ideális termikus tulajdonságokkal rendelkező olyan anyagot találjanak, mely egyidejűleg a turbinaüzemmel kapcsolatosan megkívánt egyéb tulajdonságokat illetően is kedvező legyen.

Úgy vélem, hogy ilyen kívánság felvetése kémikusaink előtt nem fog újdonságként hatni, mert hiszen a műszaki szükségesség számos ilyen kívánalmat felvetett már, amit kémikusaink sikerrel megoldottak. Így gondolok például a hűtőtechnikusok részéről igényelt rendkívüli kedvező tulajdonságú hűtőközegekre, mint a freonvegyületek, vagy akár a vegyiparban hőhordozóként szolgáló, magas kritikus ponttal rendelkező difenilvegyületekre.

Az atomerőművek gazdaságosságának jelentős mértékű fokozására — az előzőekben előadottakon túlmenően — rendkívül komoly lehetőség nyílik, ha az atommag energiájának hasznosítását a klasszikus tüzelőanyagok egyidejű felhasználásával kombináljuk. A szakirodalom ezt illetően általában azt az álláspontot tükrözi vissza, miszerint ha már atomerőművet építünk, akkor az legyen tisztán atomerőmű. Ez az álláspont azonban általában helytelen és leg-

feljebb csak olyan országokban képviselhető — és ott is csak egyelőre — ahol például csak vízienergiával rendelkeznek. Nyilvánvaló, hogy atomerőművek bármily nagy mértékben történő kiépítése esetén is még nagyon hosszú ideig (sok erőmű-nemzedéken keresztül) fognak villamos energiát klasszikus tüzelőanyagok felhasználásával fejleszteni. Ez esetben viszont nyilvánvaló, hogy atomerőművek építése mellett meg kell hogy ragadjunk minden eszközt abból a célból, hogy a klasszikus tüzelőanyagokból történő villamos energiafejlesztés minél jobb hatásfokkal történjék. Erre viszont éppen az atomerőműveknek oly módon történő kiépítése nyújt kiváló lehetőséget, amikor is az atommag energiájának hasznosítását klasszikus tüzelőanyagok egyidejű felhasználásával kombináljuk.

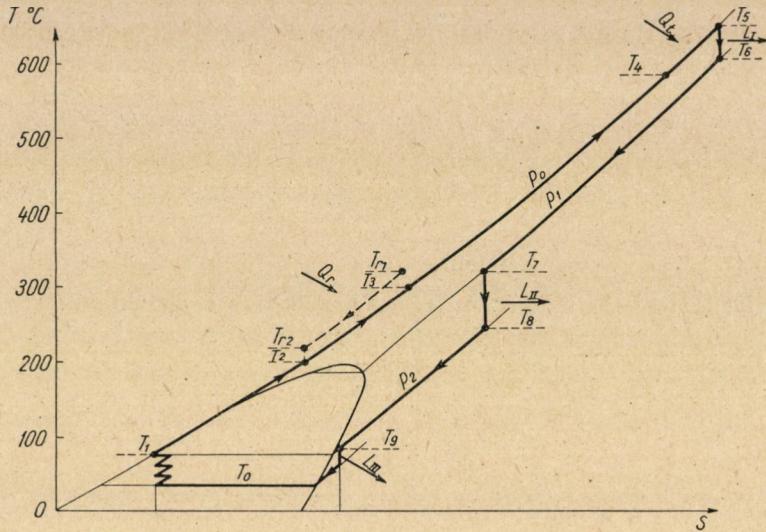
Ennek a megoldásnak jelentőségét növeli még az a körülmény is, hogy az atomerőművek építésének első szakaszában nyilvánvalóan számolnunk kell azzal, hogy az atomerőművekben termelt energia önköltsége nagyobb lesz, mint a jelenlegi legjobb hőerőművekben termelt energiának költsége, és így a kombináció az önköltség csökkentésével gyorsabban átsegítené az atomerőműveket a kezdeti periódus nehézségein.

Margen [3] olyan kombinációra tesz javaslatot, melynél az atommag energiáját egy hőerőmű tápvízének előmelegítésére kívánja hasznosítani, éppen a rendkívül alacsony reaktorhőmérséklet miatt. Ez a megoldás azonban azzal a hátránnyal járna, hogy erősen korlátozná az atomenergia-rész kiépítési lehetőségeit, tekintve, hogy így módon az csupán egy nem jelentős töredéke lehetne a teljes erőműnek.

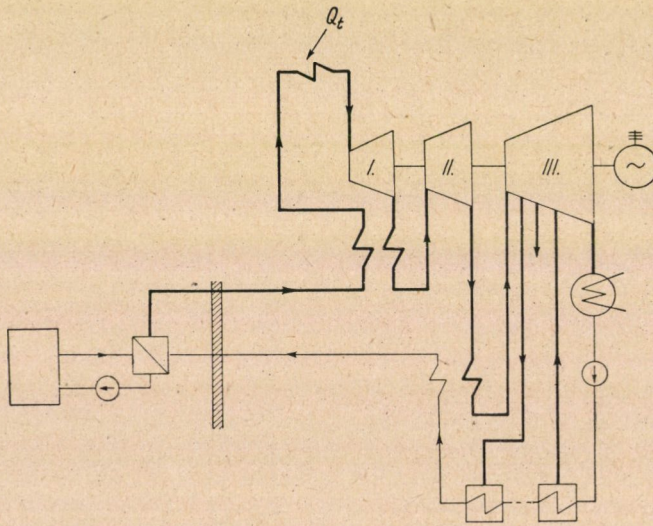
Ugyanekkor azonban lehetőség nyílik a kombinációra olyan módozatok mellett, melyeknél az előbb említett hátrány már nincs meg. Az atomerőművekben rendelkezésre álló alacsony hőfokszint ugyanis lehetővé teszi, hogy a klasszikus tüzelőanyagból bevezetett hőmennyiség kizárólag csak az alkalmazott munkaközeg továbbhevítésére fordítottassék, ami viszont módot ad arra, hogy az ezen hőmennyiség kihasználására vonatkoztatott hatásfok a legnagyobb értékét elérje.

Ez minden további nélkül kitűnik, ha a 8b ábrán látható elvi kapcsolási séma szerinti erőműben lejátszódó folyamatokat a T_s -diagramban (8a ábra) követjük. A szóbanforgó rendszerben a 6. ill. 7. ábra szerinti pentán-körfolyamatot kombináljuk klasszikus tüzelőanyag felhasználásával. Ezek szerint a primér hőcserélőben T_3 hőfokra felmelegített, kritikusan túli (p_0) nyomású pentánt az ötvözet adta legnagyobb (T_5) hőfokig hevítjük, mely hőbevezetést két fokozatban végezzük. A T_3 hőfokról T_4 hőfokra (a hőfokértékek jelzései nem mindenütt azonosak a 6. ábra szerinti értékekkel!) való melegítés olyképpen történik, hogy a turbinába T_5 hőfokkal bevezetett gőz expanzióját p_1 nyomáson megszakítjuk, majd a gőzt a turbinából kivezetve egy második hőcserélőn vezetjük keresztül, ahol az T_6 hőfokról T_7 hőmérsékletre hűl le, a p_0 nyomású közeget T_3 hőfokról T_4 hőmérsékletre előmelegítvén. A T_7 hőmérsékletű közeget

ezután visszavezetjük a turbinába, ahol az p_2 nyomásig expandál. Itt az expansziót újra megszakítjuk, és a turbinából kivezetett gőzt most már p_2 nyomáson T_8 hőfokról T_9 hőfokra hűtjük le a harmadik hőcserélőben, ahol a



8a. ábra



8b. ábra

másik oldalon a p_0 nyomású folyadékot T_1 hőfokról T_2 hőfokra melegítjük. Ezután a gőzt újra visszavezetjük a turbinába, ahol az most már kondenzátornyomásig expandál. A kisnyomású részen alkalmazott regeneratív előmelegítéssel emeljük a kondenzátum hőmérsékletét T_0 értékről T_1 értékre (tekin-

tettel a p_2 nyomásra adódó kis értékre, itt már nem látszik érdemesnek egy vízgőz körfolyamat utánkapcsolása, mint a 7. ábra szerinti esetben).

Mint az a Ts-diagramból is kiténik, a javasolt kapcsolásnál a klasszikus tüzelőanyagok elégetéséből származó külső hőmennyiséget T_4 és T_5 hőfokhatárok között vezetjük be a rendszerbe és így a külső hőbevezetés átlagos hőfokértéke oly nagy, amilyent egyébként az eddig ismert legjobb vízgőzrendszerben sem lehet elérni. Tekintve, hogy a hőelvezetés gyakorlatilag továbbra is az alsó hőfokhatárt képező T_0 értéken történik, a bevezetett külső hőmennyiségekre vonatkoztatott termikus hatásfok egy, az eddig elért legjobb értékek-nél is lényegesen nagyobb értéket ad.

A javasolt megoldással adódó számértékeket az I. táblázat tartalmazza.

Ezen számértékek alapján a klasszikus tüzelőanyagok felhasználásával kapott villamos energiának a kívülről bevezetett hőmennyiségre vonatkoztatott hatásfoka az alábbiak szerint alakul:

$$\eta_{\text{tul}} = \frac{L_I + L_{II} + L_{III} - L}{Q_t}$$

I. táblázat

T_{71}	= 320 C°	T_9	= 85 C°
T_{72}	= 220 C°	p_0	= 176 ata
T_0	= 36 C°	p_1	= 29 ata
T_1	= 75 C°	p_2	= 3,5 ata
T_2	= 200 C°	p_k	= 1,0 ata
T_3	= 300 C°	Q_r	= 72 kcal/kg
T_4	= 583 C°	Q_t	= 74 kcal/kg
T_5	= 650 C°	L_I	= 25 kcal/kg
T_6	= 608 C°	L_{II}	= 37 kcal/kg
T_7	= 320 C°	L_{III}	= 8,4 kcal/kg
T_8	= 243 C°		

ahol L a 7. ábra szerinti esetben (tehát a csupán atommagenergiát hasznosító telep esetén) kapott munkát jelenti.

A hatásfok az I. táblázat adatait behelyettesítve tehát:

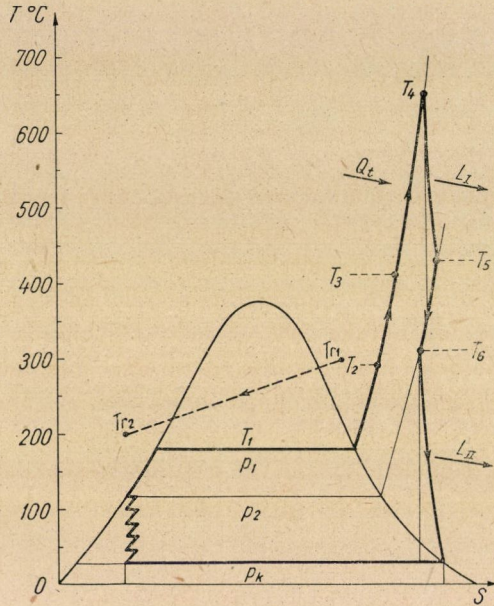
$$\eta_{\text{tul}} = \frac{25 + 37 + 8,4 - 28,1}{74} = 57,2\%$$

értéket ad. A klasszikus tüzelőanyag elégetése árán nyert villamosenergia fajlagos költsége a szóbanforgó esetben tehát

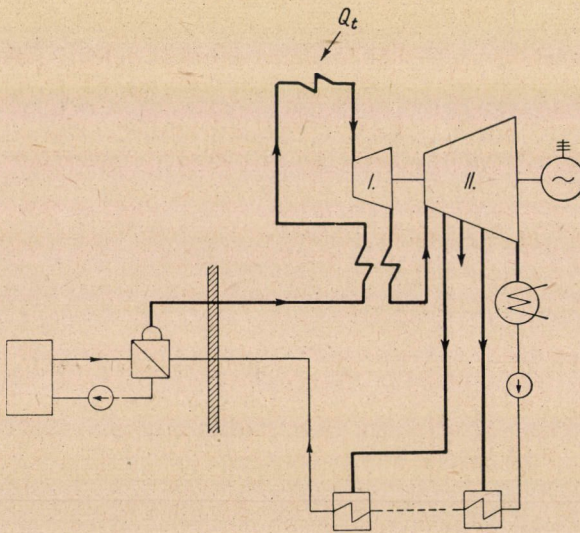
$$\frac{860}{\eta_{\text{tul}}} = \frac{860}{0,572} = 1504 \text{ kcal/kWó.}$$

Ebben az értékben természetesen sem a hőbevezetésnek, sem a gépeknek hatásfokai nincsenek még figyelembevételre.

Világos, hogy az eredmény a szokványos hatásfokértékek mellett is (a belső hatásfok magától értetődően csak az entrópiánövekedés adta mértékben veendő a veszteségnél figyelembe, tekintettel a hővisszanyerésre) még mindig sokkal kedvezőbb minden eddigi hőerőműben elért értékénél.



9a. ábra



9b. ábra

Természetesen a javasolt kombináció akkor is megvalósítható, hogy ha a reaktormeleggel a primér hőcserélőben telített vízgőzt termelünk (2. ábra szerinti eset). Ezt a megoldást a 9a és 9b ábra mutatja, a számeredményeket pedig a II. táblázat tartalmazza.

II. táblázat

$T_0 = 29 \text{ C}^\circ$	$p_2 = 1,75 \text{ ata}$
$T_1 = 180 \text{ C}^\circ$	$p_k = 0,04 \text{ ata}$
$T_2 = 290 \text{ C}^\circ$	$\eta_i = 83\%$
$T_3 = 410 \text{ C}^\circ$	$Q_r = 543 \text{ kcal/kg}$
$T_4 = 650 \text{ C}^\circ$	$Q_t = 125 \text{ kcal/kg}$
$T_5 = 430 \text{ C}^\circ$	$L_I = 119 \text{ kcal/kg}$
$T_6 = 310 \text{ C}^\circ$	$L_{II} = 127 \text{ kcal/kg}$
$p_1 = 10 \text{ ata}$	

Az itt feldolgozott eset némiképpen eltér a 2. ábra szerinti esettől, amennyiben — ha a külső hő bevezetésével amúgy is tovább hevítjük a telített gőzt — nyilvánvalóan helyesnek mutatkozik a túlhevítésnek alsó részét ugyancsak a reaktort hűtő közeg melegével a primér hőcserélőben végezni. Ily módon az atomrész termelte vízgőz hőfoka 290 C° lesz. Ugyancsak figyelembe vettük itt most már a turbina belső hatásfokát is, tekintettel arra, hogy annak változása a regenerációs lehetőségeket némiképpen befolyásolja. Más az alsó hőfokhatár értéke is, mivel ez esetben frissvízhűtést feltételeztünk.

A számértékek figyelembevételével a túlhevítésnek a klasszikus tüzelőanyagokból bevezetett hőmennyiségre vonatkoztatott hatásfoka az alábbi értéket adja :

$$\eta_{\text{tul}} = \frac{L_I + L_{II} - L}{Q_r + Q_t - Q_r} = \frac{119 + 127 - 169}{125} = 57,5\%$$

ahol L a 290 C° hőmérsékletű gőzből kapható munkát jelenti (elhanyagolva azt a körülményt, hogy a teljes karnotizálást nem vihetjük keresztül, tekintve, hogy a gőz a csapolási helyeken még túlhevített állapotban van).

Fenti hatásfokérték mellett azután az 1 kWó termeléséhez szükséges hőmennyiség

$$\frac{860}{\eta_{\text{tul}}} = \frac{860}{0,575} = 1495 \text{ kcal/kWó}$$

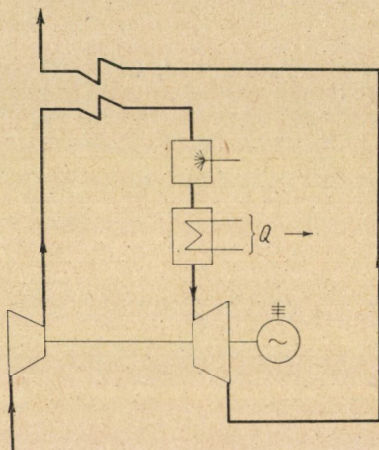
értékre adódik.

Ezen értékben természetesen a kazán- és géphatásfokok ezúttal sincsenek figyelembevéve.

További javítási lehetőséget jelent az előbb ismertetett megoldásoknál, ha a klasszikus tüzelőanyag elégetéséből származó hőmennyiséget egy vagy több fokozatban vezetjük be, amivel természetesen az izotermikus hőbevezetéshez jutunk mind közelebb. Ez utóbbi lehetőségek a nyomásviszonyoknak függ-

vényei. A számértékekben figyelembevett nyomások csak becslés alapján felvett értékek és így az optimális nyomásértékeknek pontos meghatározása esetén az eredmények még tovább javulhatnak.

A 8. és 9. ábrák szerinti rendszerek alkalmazása esetén a klasszikus tüzelőanyag elégetéséből származó külső hő bevezetésének rendkívül érdekes lehetősége nyílik, ha ezt a hőbevezetést nyitott körfolyamatú gázturbina-processzussal kombináljuk. Ez esetben a klasszikus tüzelőanyagot a munkaközegbe való bevezetés céljából nem egy erre a célra külön kialakított tüzelőberendezésben égetjük el, hanem azt egy nyitott körfolyamatú gázturbinatelep égőkamrájába



10. ábra

vezetjük be és a munkaközeg hevítésére szolgáló fűtőfelületet az égőkamra és a gázturbina közé helyezük (10. ábra), a rendszert olyképpen méretezve, hogy a füstgázok a kívánt hőmennyiség leadása után a megengedett legnagyobb hőfokon érkezzenek a turbinába. Ebben az esetben a hőfejlesztésnek a munkaközegbe bevezetett hőmennyiségre vonatkoztatott hatásfoka gyakorlatilag 100%, a gázturbina-körfolyamatban ezáltal előidézett változásokat figyelembevéve. A javasolt kapcsolásnál ugyanis a javulás két tényezőben jelentkezik. Az egyik, hogy a változatlan gázturbinateljesítményre vonatkoztatott kompressziómunka csökken, mivel a turbina az elégetett többlet tüzelőanyagnak megfelelően nagyobb füstgázmennyiséget kap, mégpedig ugyanolyan hőfokon, mint azelőtt. A másik, hogy a füstgázvesztés — változatlan regenerátorfelület mellett — nem a többlet tüzelőanyagmennyiségnek megfelelő, hanem csak jelentéktelen mértékben nő meg, tekintve, hogy a rendszerbe bevitt eredeti levegőmennyiség fedezi a többlet tüzelőanyag égési levegőszükségletét is. Természetesen mindenkor megvizsgálandó, hogy az alkalmazott gázturbina-processzus fajlagos hőfogyasztása — ha azt a szokványos tüzelési hatásfok, valamint a 100% érték közötti különbségből adódó hőmegetakarítással csökkentjük — eléri-e az egyéb-

ként legjobb kalorikus telep hatásfokát. Az elvégzett részletes számításaink* során a gázturbina előbb említett módon számított fajlagos hőfogyasztására egyébként olyan rendkívül kis értékeket kaptunk, amelyek belátható időn belül másképpen meg sem közelíthetők.

Az előzőekben javasolt továbbhevítés természetesen akkor is érdekes lehet, ha a reaktorban az izotermikus hőcserét (akár higannyal, akár más hasonló közeg alkalmazásával) meg lehet valósítani, mivel a reaktor-megszabta legmagasabb hőfokszint egyelőre messze alatta marad az ötvözetek-megszabta felső hőfokhatárnak. (Mint a bevezetőben említettük, ez a különbség a fejlődés során csökkenhet ugyan, de a magfizikai követelmények adta többletigény azt teljesen eltűnni nem fogja hagyni.) Ez a megoldás természetesen — ha a szekunder közeg is higany — új feladat elé állítja a higany-vízgőztelep szerkesztőjét is, mivel higanygőzturbinánál eddig túlhevítést nem alkalmaztak (ami termodinamikai szempontból helytelen is lett volna, mivel higanynak munkaközegként való alkalmazása mindig lehetővé teszi az izotermikus hőbevezetést az ötvözetek-megszabta legnagyobb hőfokon).

Az előzőekben ismertetett javaslatokkal kapcsolatos számszerű eredmények természetesen még nem merítik ki az optimális lehetőségeket, mivel az optimális értékek meghatározása még sok részletes vizsgálatot kíván, amelyeket természetesen a jövőben el is kell végeznünk. Az előadottaknak nem volt célja a pontos eredmények ismertetése, hanem elsősorban az, hogy megmutassa az új lehetőségeket atomerőművek építésével kapcsolatban, de talán még inkább az, hogy rámutasson az ezirányú reánk háruló nagy feladatokra. Ezek között különösen fontos annak a körülménynek hangsúlyozása, hogy a kalorikus mérnök számára annyira megszokott vízgőz-körfolyamattól el kell térnünk, és helyette más, az atomerőmű céljaira sokkal megfelelőbb anyagokat ill. rendszereket kell alkalmaznunk. Ebben a problémakörben természetesen nem kisebb feladat vár kémikusainkra sem, kiknek a részünkről megadott tulajdonságokkal bíró anyagokat minél hamarabb elő kell állítaniok.

Az ismertetett javaslatokkal nyilvánvalóan nincs minden lehetőség még kimerítve és így például az az elgondolás is továbbfejleszthető, amely szerint az atommag energiáját gőzkörfolyamatban a folyadék hő bevitelére fordítjuk, amikor az atommag energiájának hasznosítása ily módon maximális hatásfokkal történhetik. A továbbfejlesztésnek ez esetben azt kell céljául tűznie, hogy az atomenergia-rész a teljes erőműben ne legyen csak alárendelt jelentőségű — mely eset például a vízgőz-körfolyamathoz való csatolásnál állna fenn —, ami egy megfelelő más munkaközeg megtalálásával ugyancsak megoldható lesz.

Összefoglalóul meg kell állapítanunk, hogy a kalorikus mérnök feladata az atomerőművek felépítésével kapcsolatban két nagy feladatkörre kell hogy

* Ezen számításokat későbbi időpontban közölni fogjuk.

kiterjedjen. Az első, amit előadásom első részében tárgyaltam, az ideális körfolyamatnak meghatározása, majd azzal kapcsolatban az ahhoz tartozó ideális munkaközeggel kapcsolatos követelmények felállítása. A másik, amelyet előadásom második részében tárgyaltam, az atomerőművek ideális kombinációja a klasszikus tüzelőanyagok felhasználásával. Belátható időn belül ugyanis nem számíthatunk arra — de nem is lenne célszerű —, hogy az energiafejlesztésből a klasszikus tüzelőanyagokat teljesen kirekesszük, és így éppen az atomerőműveket kell felhasználnunk arra, hogy a klasszikus tüzelőanyagoknak legjobb hatásfokkal történő hasznosítását biztosítsuk.

Befejezésül még rá kívánok mutatni arra is, hogy a legmegfelelőbb megoldások természetesen bonyolultabb berendezéseket fognak igényelni, mint az eddig alkalmazottak, figyelembe kell vennünk azonban azt is, hogy az atomerőmű reaktor-része amúgy is az erőműépítésben teljesen szokatlan és új berendezéseket és eljárásokat fog magával hozni, és így semmiképpen sem látszik indokolatlannak, ha a tulajdonképpeni erőműrész is eltér a ma megszokottól.

KOVÁCS K. PÁL elnök zárszava

Mielőtt az ülést befejezném, engedjék meg, hogy először is melegen gratuláljak Heller László levelező tagnak itt elhangzott előadásához. Ez az előadás nyilván nemcsak Magyarországnak szólt és nem főleg azoknak, akik ma itt ültek és élvezettel végighallgatták, hanem megítélésem szerint ez határainkon jóval túlmenő kört érdekel. Tudjuk, hogy a Szovjetunió baráti segítsége lehetővé teszi a közeljövőben, hogy Magyarországon is reaktor-kísérleteket kezdhessünk, e rajtunk kívül az ipari országok egész sora gondol arra, hogy a közeli vagy távolabbi jövőben az atomenergiát minden esetre békés célokra felhasználva atomenergia-műveket létesítsen. Mindezek számára igen értékesek azok a szempontok, amelyeket Heller László felvetett és elgondolásai a további fejlődésnek irányát fogják megszabni. A magam részéről és azt hiszem, az Akadémia nevében is mégegyszer megköszönöm Heller Lászlónak rendkívül érdekes, sőt helyenként izgalmas előadását. Minthogy hozzászóló nem jelentkezett, ezzel a mai ülést bezárom.

IRODALOM

1. *J. Lalive d'Epinau, W. Lüthi* : Die Dampfturbine im Atomkraftwerk. Brown-Boveri Mitteilungen, 1954. Nr. 3/4.
2. *N. A. Beldecos, A. K. Smith* : Comparative Performance of Turbine Units in Saturated Steam Cycles. Combustion, 1954. July.
3. *P. H. Margen* : Determination of Economic Steam Cycle for Nuclear Power Stations. The Engineer 1954. July 23 and 30.
4. *W. Lenz* : Die Gewinnung elektrischer Energie aus Atomenergie. BWK, 1954. H. 3.
5. *Zátony Andor* : Új munkafolyamatok alkalmazása füstgáz-hő-hasznosító erőműveknél. Magyar Energiagazdaság, 1954. 3.
6. *A. F. Orlicek, H. Pöll* : Hilfsbuch für Mineralöltechniker. Verlag Springer, Wien ; 1951.

A kiadásért felel az Akadémiai Kiadó igazgatója

Műszaki felelős: Farkas Sándor

A kézirat beérkezett: 1955. VI. 14. — Terjedelem: 19 $\frac{1}{2}$ (A/5) fv, 74 ábra

36816/55 — Akadémiai Nyomda — Felelős vezető: ifj. Puskás Ferenc

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Hevesi Gyula</i> : Beszámoló a műszaki tudományok helyzetéről és az MTA Műszaki Tudományok Osztályának munkájáról az MTA 1955. évi Nagygyűlésén	1
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Geleji Sándor</i>	24
<i>Kovács K. Pál</i>	28
<i>Bognár Géza</i>	31
<i>Pattantyus Á. Géza</i>	34
<i>Csanády György</i>	35
<i>Kolos Richárd</i>	37
<i>Ács Ernő</i>	39
<i>Dischka Győző</i>	42
<i>Striker György</i>	42
<i>Brodzsky Dezső</i>	45
<i>Lévai András</i>	46
<i>Balogh Arthur</i>	49
<i>Szekeres István</i>	50
<i>Hevesi Gyula válasza</i>	51
<i>Verő József zárszava</i>	53
<i>Hevesi Gyula</i> : A kollektív tudományos munka új, szocialista formája	55
<i>Geleji Sándor</i> : A nagy alakváltozásokat létrehozó képlékeny fémalakítás mechanikájának továbbfejlesztése	71
<i>Fonó Albert</i> : Acéliparunk hőenergia-gazdálkodásának feladatai	109
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Nahoczky Alfonz</i>	132
<i>Martinovich Ernő</i>	133
<i>Zentai Béla</i>	135
<i>Pál Imre</i>	136
<i>Balázs Péter</i>	137
<i>Altnéder János</i>	138
<i>Taksony György</i>	139
<i>Fonó Albert válasza</i>	140
<i>Verebély László zárszava</i>	141
<i>Major Máté</i> : Az építészet dialektikája	143
H o z z á s z ó l á s o k :	
<i>Nádor György</i>	195
<i>Pogány Frigyes</i>	197
<i>Heller László</i> : Atomerőművek felépítésével kapcsolatos új termodinamikai szempontok és lehetőségek	201
<i>Kovács K. Pál zárszava</i>	224

A
MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK
KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI
HEVESI GYULA

XVII. KÖTET

3—4. SZÁM



MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
BUDAPEST, 1955

VI. OSZT. KÖZL.

A
MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK
KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI
HEVESI GYULA

XVII. KÖTET 3-4. SZÁM

SZERKESZTŐSÉG: BUDAPEST, V., SZÉCHENYI RAKPART 3.
KIADÓHIVATAL: BUDAPEST, V., ALKOTMÁNY UTCA 21.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei változó terjedelmű füzetekben jelennek meg. Négy füzet alkot egy kötetet. Évenként általában egy kötet jelenik meg.

Kéziratok a következő címre küldendők:

Magyar Tudományos Akadémia
Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei
Budapest, V., Széchenyi rakpart 3.

Ugyanerre a címre küldendő minden szerkesztőségi levelezés.

Minden szerzőt száz különlenyomat illet meg megjelent munkájáért. Közlésre el nem fogadott kéziratokat a szerkesztőség lehetőleg visszajuttat a szerzőhöz, de felelősséget a beküldött kéziratok megőrzéséért vagy továbbításáért nem vállal.

A Közlemények előfizetési ára kötetenként belföldi címre 40 forint, külföldi címre 60 forint. Belföldi megrendelések az Akadémiai Kiadó (Budapest, V., Alkotmány u. 21. Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám: 04-878-111-46), külföldi megrendelések a »Kultúra« Könyv és Hírlap- Kúlereskedelmi Vállalat (Budapest, VI., Sztálin út 21. Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám: 43-790-057-181) útján eszközölhetők.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának kiadványa az
Acta Technica
című idegen nyelvű folyóirat.

E lap hivatott a magyar műszaki tudományok eredményeinek legjavát a külföld felé tolmácsolni. A cikkek orosz, német, angol vagy francia nyelven jelennek meg lehetőleg a szerző kívánsága szerint, összefoglaló pedig a cikk nyelvén és azonkívül a másik három nyelven. Cikkeket magyar, vagy a szerző választotta idegen nyelven a következő címre kell beküldeni:

Acta Technica szerkesztőség, Budapest, V., Széchenyi rakpart 3.

EVOLVENS HOMLOKKERÉK-FOGAZÁSOK TRIGONOMETRIAI ÉS KINEMATIKAI SZÁMÍTÁSA

VIDÉKY EMIL

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

[Beérkezett 1953. március 2-án.]

Betűrendes jeltár

- A = áttevés ≥ 1
 C = főpont
 D = átmérő
 E = kapcsolóvonal határpont
 G = evolvens gyökpont
 M modulus
 O = középpont
 R = sugár
 T = tengelytáv
 U = többfogmértet
 V = fej-láb köz
 W = vágómélység
 X = evverens pont
 Y = az X -hez tartozó lefejtéspont (1. ábra)
 d = átmérő modulegységre
 h = hézag «
 r = sugár «
 s = fogvastagság «
 u = többfogmértet «
 v = fej-láb köz «
 w = vágómélység «
 z = fogsorszám
 Δ = különbözet
 Φ = méretnövelő tényező
 θ = tengelytáv modulegységre
 Σ = összeg
 α = kapcsolószög
 β = fogferdeség szög
 κ = fog hízás (soványodás) rétegvastagsága modulegységre
 μ = kiselállítási modulegységre κ -nak megfelelően
 χ = szög, OX és OY között
 ζ = átfogott fogak száma többfogmértetnél

Indexezés :

Jobbra lent :

- m = középpérték
 r = r -hez tartozó
 w = elemi (Willis) méret
 G = alapkörhöz tartozó
 K = fejkörhöz «
 L = lábkörhöz «
 β = β fogferdeségszöghöz tartozó
 1 = a kiskerékhez tartozó
 2 = a nagykerékhez «

Jobbra fent :

- id = ideális
' = a kiskerékhez tartozó
" = a nagy « «
+ = körülbelüli érték

Balra, lent :

- z = z fogsorszámhoz tartozó

Balra, fent :

- ζ = ζ számú átfogott fogra vonatkozó

Egyéb jelzések :

- \wedge = ékezet (fent): a kihegyeződéspont
hoz tartozó
 \sim = a táblázatból veendő kapcsolatos érték
[] = irodalmi hivatkozás

Evolvensfogazású homlokkerek tervezése két különböző jellegű számítási fejezetre oszlik. A kiinduló, első fejezet a fogkapcsolás trigonometriai és kinematikai számítása, ami egzakt összefüggéseken alapul, melyek ideális, súlytalan és merev testekre vonatkoznak. E fejezet különválasztva tárgyalható a számítások második fejezetétől, mely a szilárdsági, hatásfoki, gazdaságos gyártási és üzemi, valamint egyéb speciális szempontoknak legjobban megfelelő megoldást már csak az első fejezet törvényszerűségeivel határolt keretben keresheti. A második fejezet számításai ma mégkoránt sem állanak matematikailag egzakt alapon. Sok részletkérdésben még nem látunk tisztán, elméleti és kísérleti kutatásra, tapasztalatok kiértékelésére van még szükség ahhoz, hogy valamilyen optimális rendszerben összegegyeztetni lehessen az ez ideig még eltérő véleményeket.

A következőkben a számításoknak csak az első, egzakt fejezetével foglalkozunk. E fejezet számításai is csak hosszú évek tapasztalatain át kristályosodhattak ki teljesen. Az első számítási rendszer, amely még a tárcsás sablonmarók idejében keletkezett, *WILLIS*-től ered és ma is ez a kiinduló alap. A Willis-rendszer (elemi fogazásnak is nevezik) elsősorban a kerek egymás között való cserélhetőségét tartotta szem előtt, ami mai nap már csak szűkebb téren, szerszámgépek váltókerekeinél és hasonló szerkezeteknél szükséges. A mai generáló gyártási módoknál e rendszerben kis fogszámnál a fogakon alámetszés keletkezik, ami szilárdságilag kedvezőtlen fogalakra vezet. A generáló gyártás azonban lehetővé tette a profileltolást, minek folytán ez a baj kiküszöbölhetővé vált és az eredeti Willis-rendszer kibővült, megtartva előnyeit a kerek tengelytávolságokat és modulusokat illetően, csupán a cserélhetőséget kellett feláldozni.]

Ez a bővített Willis-rendszer a legtöbb gyakorlati esetben jól meg is felel, szilárdságilag és kapcsolózónái tekintetében tekintélyesen javult és kisebb fogszámok alkalmazását is lehetővé tette.

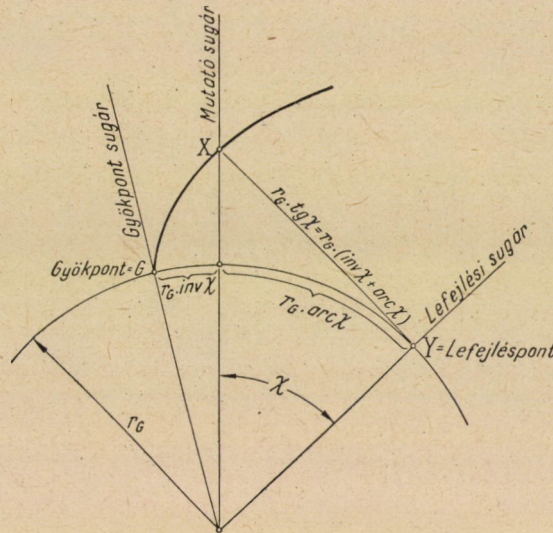
Az egyre fokozódó igények az anyagkihasználás, férőhely és súlycsökkentés tekintetében, a megkötött tengelytávolságok (pl. bolygóműveknél, -anyakerék több kerékkel való kapcsolásánál, vagy egész kis fogszám szükségése esetén stb.) kívánatosá tették egy minden szerkezeti megkötöttségnek is megfelelő általános, a modulegységre vonatkoztatott számításmód megalkotását, mely emellett elegendő szabadságot enged a fogalakításra, hogy az megfelelhesse a második számítási fejezet által optimálisnak ítélt kívánalmaknak. E kívánalmak a modulusnagyság és a kerékszélesség méretének meghatározásán kívül elsősorban a korrekcióösszegnek, (melyet az első fejezet számításai egzakt már megállapítottak) — a két kerékre való helyes elosztására, továbbá a fejéltompítás (esetleg gyökfelpótlás) kellő mértékére, — a foggyök-csatlakozás hónaljgörbéjének alakítására, — ferdefogazásnál a fogasferdeség szögére, — stb. vonatkoznak.

Már 1873-ban *HOPPE* kidolgozott egy általános evolvens fogazásrendszert, azonban számításmódja és főleg az előállítás gyakorlatilag nem volt alkal-

mas. Jól bevált rendszert először Max MAAG, a nagy tökéletességű MAAG fogazógépek megalkotója dolgozott ki. Gépei, melyek a szerszámgépipar legkiválóbb alkotásai közé tartoznak, teljesen függetlenek számítási rendszerétől, rajtuk bármilyen más rendszerű evolvens fogazás éppúgy előállítható. A MAAG-féle számítási mód sokáig gyári titok volt. Igen sok, apró lépcsőfokoként növekedő modulusú fésűkés-szerszámorozatra van alapítva és terjedelmes táblázatokat igényel. A számításmód ma már ismeretes, de nem mondható egyszerűnek és könnyen kezelhetőnek. Nagy hátránya a fölötte drága nagyszámú szerszámkészlet, ami gyakorlatilag alkalmatlanná teszi a közhasználatra.

Világos és könnyen kezelhető általános evolvens fogazásrendszer csak egy új szögfüggvénynek, az involut (inv.) függvénynek [1] a trigonometriába való bevezetése, valamint egy új matematikai algoritmus (írás mód) : a futó kapcsolószög és a generáló szerszám kapcsolószög involut függvényei különbözetének Δinv -val való írásmódja és táblázatokba foglalásával vált lehetővé. Ezen új számítási rendszer egyszersmind feleslegessé teszi a nagyszámú finom fokozatú szerszámorozatot, elegendő hozzá a rendes szabványos modulusú fésűkések csekély számú sorozata.

A következőkben forrásprofilul a szabványos lécfogazást vesszük alapul.



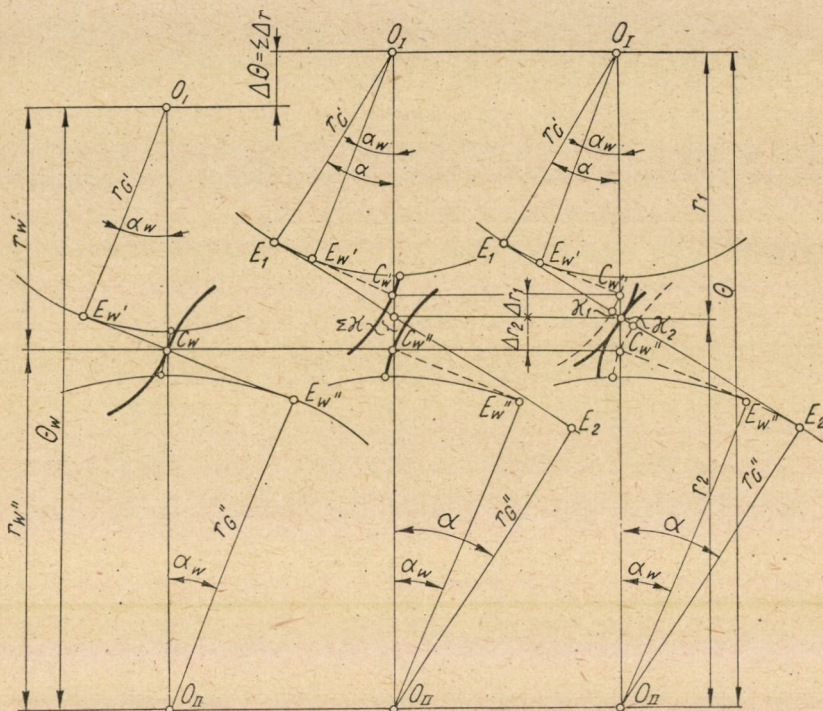
1. ábra

Csigamarónál és vágókeréknél az előállított profilokon keletkező bizonyos abnormitásokkal máshelyütt [2] foglalkoztam. Az evolvenskapcsolás kinematikai és trigonometriai összefüggéseinek levezetését [3], valamint a fejlődélpítés trigonometriáját [4] szintén máshelyütt ismertettem részletesen. Hogy az olvasót megkíméljem az utánanézésről, rövid kivonatban idefűzöm a lényegeset, amit az 1-től 6-ik ábrákban követhetünk.

A fésűkés a fogak jobb- és bal profilját egy műveletben generálja. Régebbi gyártási módok (pl. a Reinecker-gépek) egyoldali profilgenerálással működtek, aminek trigonometriája bizonyára jóval egyszerűbb. Az elért pontosság azonban nem volt kielégítő, miért is ma már ezt az eljárást nem igen használják. Fésűkésnél a számítások nehézsége a késelállítások és a futó tengelytáv közötti összefüggés bonyolultabb voltában rejlik, amihez az inv. és Δ inv. táblázat szükséges.

A gyártási (Willis-, elemi) osztó kör sugara: $r_w = \frac{r_G}{\cos \alpha_w} = \frac{z}{2}$. Adott $A = \frac{z_2}{z_1} \geq 1$ áttévesnél az elemi tengelytáv:

$$\Theta_w = \frac{z_1 + z_2}{2} = z_m$$



2. ábra

Ha a futó tengelytáv: $\Theta > \Theta_w$ adva van, akkor a futó osztó körök sugarai: $r_1 = \Theta \cdot \frac{1}{1+A}$;
 $r_2 = \Theta \cdot \frac{A}{1+A}$ ismertek. A futó kapcsolószög: α ezzel meg van határozva:

$$\frac{\cos \alpha_w}{\cos \alpha} = \frac{\Theta}{\Theta_w} = \Phi > 1; \quad \cos \alpha = \frac{\cos \alpha_w}{\Phi};$$

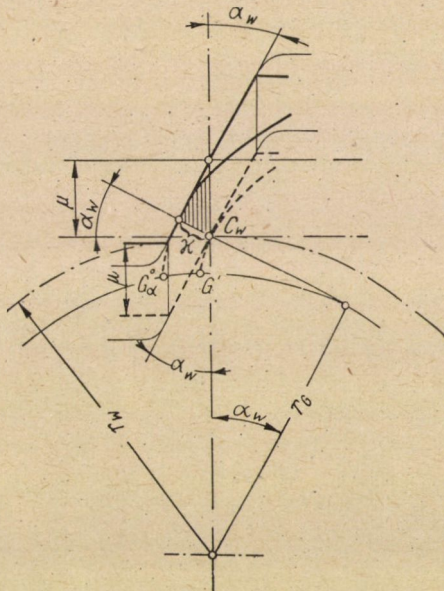
ahol Φ = a méretnövelő tényező.

Képzelnünk el két elemi kereket, melyeknél az elemi osztókörön a fogvastagság az elemi osztás felével egyenlő. Ha a kerek az elemi Θ_w tengelytávnál nagyobb: Θ tengelytávú tengelyekre vannak ékelve, úgy a fogak között (2. ábra középső rész) kapcsolási hézag keletkezik, melyet a kapcsoló vonalban mérve: $\Sigma \kappa$ -val jelölünk. Ha az egyik kerék fogait (mindkét oldalt) κ_1 és a másikat hasonlóan κ_2 rétegvastagsággal meghizlaljuk olyképpen, hogy: $\kappa_1 + \kappa_2 = \Sigma \kappa$

legyen, akkor kiküszöböltük a hézagot. Nyilvánvalóan közömbös, hogy $\Sigma\kappa$ miképp van megosztva a két kerék között. 2. ábránban (jobb oldalt) az elosztást egyszerűbb szemléltetés kedvéért úgy választottuk, hogy a felhízalt profilok éppen a futó főpontban, C-ben kerüljenek érintkezésbe. Rendszerint az elosztást másképp választják, mint például a 3. ábrában oly elosztás látható, ahol $\kappa_2 = 0$, a 4. ábrában meg éppen negatív a κ_2 (a nagykeréké), oly célból, hogy κ_1 (a kis keréken) annál nagyobb lehessen. A gyakorlatban μ_1 mindig pozitív; μ_2 rendszerint szintén kisebb pozitív érték (6. ábra);

5. ábránk bemutatja a fog felhízalását a fésűkésnek μ -mértékű kihúzása által (az elemi beállításától számítva): $\mu = \frac{\kappa}{\sin \alpha_w}$. Következően :

$$\mu_1 \pm \mu_2 = \Sigma\mu = \frac{|\Sigma\kappa|}{\sin \alpha_w}$$



5. ábra

$\Sigma\mu = 0$ esete, — mikor is μ_1 egyenlő, de ellenkező előjelű μ_2 -vel, — a bővített Willis-rendszer, melynél a futó kapcsolószög egyenlő a gyártási (szerszám) kapcsolószöggel, a gyártás főpontja C_w azonos a futó főponttal C-vel, a futó tengelytáv azonos a gyártási (elemi) tengelytávval, — csupán a profilok aktív zónái tolódtak el.

$\Sigma\mu > 0$ esete az általános, melynél a futó tengelytáv és a futó kapcsolószög nagyobb az elemié. A fogazógépen mindig az elemi osztókör marad a gyártási osztókör, de a profilokat tetszőlegesen lehet eltolni, csupán a két kerék késélállításainak algebrai összege legyen a meghatározott érték.

Megkülönböztetésül a $\Sigma\mu = 0$ esetet egyszerű »profiletolásnak«, míg a $\Sigma\mu > 0$ esetet »korrigálás«-nak fogjuk nevezni, megjegyezve, hogy a korrigálás bármilyen profiletolást megenged. A fogazásméreték számításának a modulegységre vonatkoztatott alapösszefüggései:

$$r_w' = \frac{z_1}{2}; r_w'' = \frac{z_2}{2}; \Sigma r_w = z_m; \frac{r_w''}{r_w'} = A$$

$$r_G' = r_w' \cdot \cos \alpha_w; r_G'' = A \cdot r_G'; \Sigma r_G = r_G' + r_G''$$

$$\Theta_w = \Sigma r_w = z_m = \frac{\Sigma r_G}{\cos \alpha_w}; \Theta = \frac{\Sigma r_G}{\cos \alpha}; \frac{\Theta}{\Theta_w} = \frac{\cos \alpha_w}{\cos \alpha} = \Phi > 1$$

$$r_1 = \Phi \cdot r_{w'} = r_{w'} + \Delta r_1 = \Theta \cdot \frac{1}{1+A}; \quad r_2 = \Phi \cdot r_{w''} = r_{w''} + \Delta r_2 = \Theta \cdot \frac{A}{1+A}$$

$$r_1 + r_2 = \Sigma r = \Phi \cdot \Theta_w = \Theta; \quad \frac{r_2}{r_1} = A$$

$$\Delta r_1 = r_{w'} \cdot (\Phi - 1) = \Delta \Theta \cdot \frac{1}{1+A}; \quad \Delta r_2 = r_{w''} \cdot (\Phi - 1) = \Delta \Theta \cdot \frac{A}{1+A}$$

$$\Delta r_1 + \Delta r_2 = \Sigma \Delta r = \Delta \Theta; \quad \frac{\Delta r_2}{\Delta r_1} = A; \quad \Delta \Theta = \Theta - \Theta_w = \Theta_w \cdot (\Phi - 1)$$

A késelállítások összege ($\Sigma \mu$) és a tengelytáv növekedés (Θ , illetőleg $\Delta \Theta$) közötti összefüggés megoldásához szükséges az involut és Δ inv. függvénytáblázat a \cos . függvényvel kapcsolatban, hogy egyikről a másikra áttérni lehessen.

Szerző kézirat jellegű táblázatában [5] 0° -tól 10° -ig az $\text{inv } \alpha$ és $\cos \alpha$ értékek percenként, — továbbá az $\text{inv } \alpha$, $\cos \alpha$, és Δinv értékek $\alpha_w = 14 \frac{1}{2}^\circ$, 15° és 20° szerszámszögekre:

$\alpha = 10^\circ$ -tól 14° -ig percenként, 14° -tól 26° -ig $10''$ másodpercenként, — 26° -tól 50° -ig percenként —; végül 50° -tól 90° -ig percenként vannak megadva, éspedig az inv . és \cos . értékek hét, a Δinv . értékek hat tizedessel.

Az involut szögfüggvény jellegét az 1. ábra tünteti fel. Számértékei $r_G = 1$ alapra vonatkoznak. A Δinv . függvény lényegét, vagyis az adott (szokásos) szerszámszög és a számítások kapcsolatát a 3, 4 és 6. ábra láttatja.

$$\Sigma \kappa = \Sigma r_G \cdot \Delta \text{inv} = \Sigma \mu \cdot \sin \alpha_w; \quad \Theta_w = z_m = \frac{\Sigma \mu \cdot \text{tg } \alpha_w}{\Delta \text{inv}}$$

$$\Sigma \mu = \Sigma r_G \cdot \frac{\Delta \text{inv}}{\sin \alpha_w} = \Sigma r_w \cdot \cos \alpha_w \cdot \frac{\Delta \text{inv}}{\sin \alpha_w} = \Theta_w \frac{\Delta \text{inv}}{\text{tg } \alpha_w}$$

$$\Theta = \Phi \cdot \frac{\Sigma \mu \text{tg } \alpha_w}{\Delta \text{inv}}; \quad \Delta \Theta = (\Phi - 1) \cdot \frac{\Sigma \mu \cdot \text{tg } \alpha_w}{\Delta \text{inv}} = z_m \cdot (\Phi - 1)$$

$$\Sigma \mu - \Delta \Theta = z_m \cdot \left(\frac{\Delta \text{inv}}{\text{tg } \alpha_w} - \Phi + 1 \right)$$

$$\frac{\Sigma \mu}{\Delta \Theta} = \frac{\Delta \text{inv}}{\text{tg } \alpha_w} \cdot \frac{1}{\Phi - 1}$$

Mint hogy a fogazógép váltókerekei az elemi (WILLIS) kerék méretnek felelnek meg, e méretekre is szükség van. A fésűkés beállítása már a futó lábkörhöz igazodik.

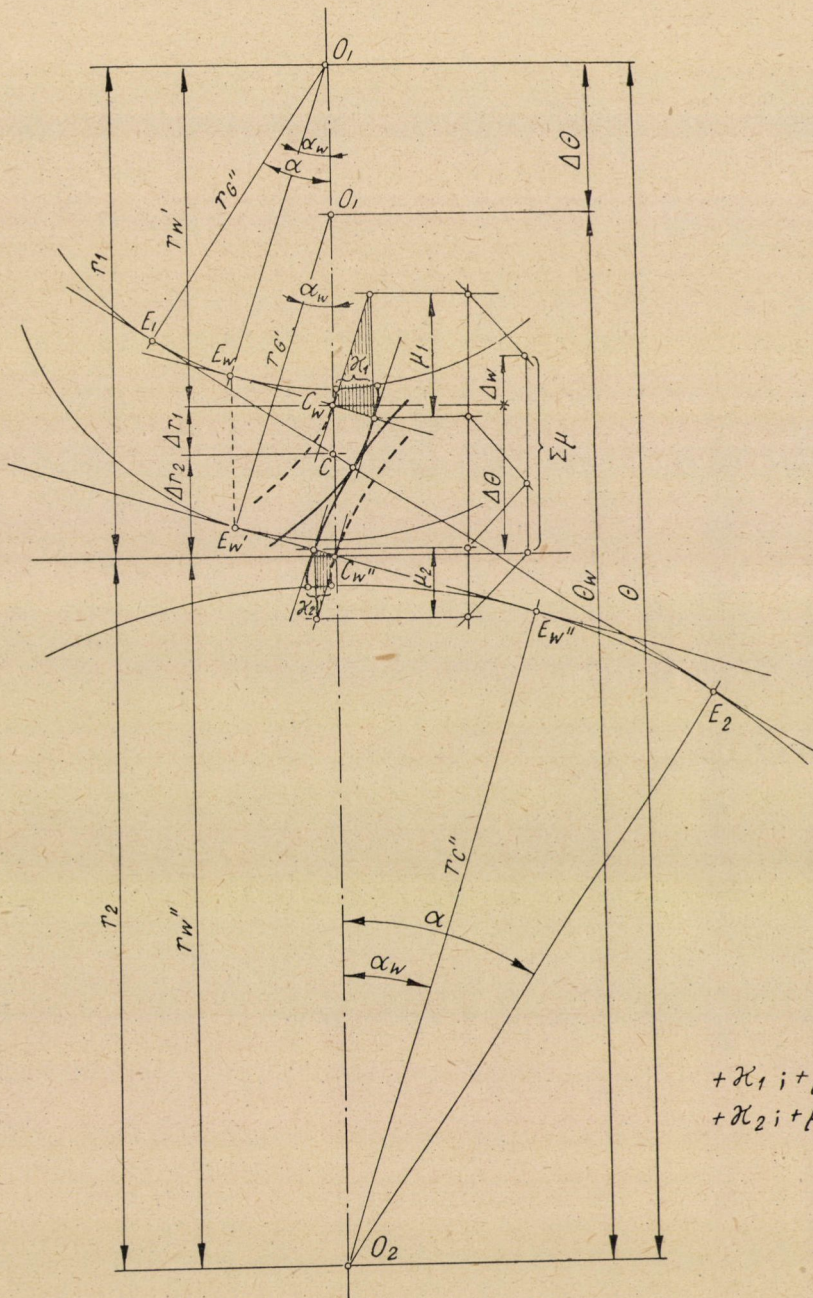
A fő méretek a következők:

$$\text{Az elemi lábkör átmérők: } d_{Lw'} = z_1 - 2 \frac{1}{3}; \quad d_{Lw''} = z_2 - 2 \frac{1}{3}$$

$$\text{A futó lábkör átmérők: } d_{L'} = z_1 - 2 \frac{1}{3} + 2 \cdot \mu_1; \quad d_{L''} = z_2 - 2 \frac{1}{3} \pm 2 \cdot \mu_2$$

$$\text{Az elemi vágómélység: } w_w = w_{w'} = w_{w''} = 2 \frac{1}{6}$$

$$\text{A futó vágómélység: } w = w_1 = w_2 = 2 \frac{1}{6} - \Sigma \mu + \Delta \Theta = 2 \frac{1}{6} - z_m \left(\frac{\Delta \text{inv}}{\text{tg } \alpha_w} - \Phi + 1 \right)$$



$$+x_1 + \mu_1$$

$$+x_2 + \mu_2$$

6. ábra

$$\text{Vágómélység csökkenés: } \Delta w = 2 \frac{1}{6} - w = \Sigma \mu - \Delta \Theta = z_m \cdot \left(\frac{\Delta \text{inv}}{\text{tg } \alpha_w} - \Phi + 1 \right)$$

$$\text{Az elemi fejkörátmérők: } d_{Kw'} = z_1 + 2; \quad d_{Kw''} = z_2 + 2$$

$$\text{A futó fejkörátmérők: } d_{K'} = d_{L'} + 2 \cdot w; \quad d_{K''} = d_{L''} + 2 \cdot w$$

A fej-láb köz változatlanul az elemi érték: $v_w = v = v_1 = v_2 = \frac{1}{6}$, ettől eltérés csak az esetben áll elő, ha egy anyakerék több kerékkel kapcsol, amire később rátérünk.

A számítások menete

Rendszerint megadottak: α_w , T és A . Sok esetben A nem szigorúan megkötött, de lehet az is. A modulus: M , illetőleg M_w trigonometriailag és kinematikailag közömbös, de többé-kevésbé közömbös szilárdságilag is. [6] A nézetek abban már általánosan megegyeznek, hogy nagy sebesség és nagy teljesítmény esetén lehető kis modulus, nagy fogszám és ferdefogazás (lehető nagy fogferdeségszöggel) felelnek meg legjobban. Azonban vannak különleges esetek, melyek megkívánják egy körülbelüli modulus nagyságot vagy egy igen kis z_1 fogszámot.

Számításmenetünk eleget tesz az ilyen kötöttségeknek is, és ha ilyen részben vagy egyáltalán nincsen, nem változik, csak egyszerűsül.

A számítás lépcsőfokai:

1. lépés:

a) eset: α_w , T , A , z_1 adott, (ezzel z_2 , z_m és M is meghatározott.)

$$z_2 = A \cdot z_1; \quad z_m = \frac{1}{2} \cdot (z_1 + z_2); \quad M = \frac{T}{z_m}$$

Kiválasztjuk a szabványos fésűkés sorozatból az M -hez legközelebbi kisebb tagot $M_w \leq M$. Ezzel: $T_w = M_w \cdot z_m$.

b) eset: α_w , T , A és a körülbelüli M^+ is meg van adva. (ezzel a fogszámok már megkötöttek.)

Kiválasztjuk a szerszámsorozatból a M^+ -hoz legközelebbi kisebb $M_w \leq M^+$ tagot. Ezzel $T \geq M_w \cdot z_m$ lenne, de a kis különbség nem befolyásolja a fogszámok kiszámítását, melyeket amúgy is egész számokra kell kikerekíteni.

A kiadódó közelítő közép fogszám tehát $z_m^+ = \frac{T}{M_w}$ és ezzel a fogszámok

közelítő értékei: $z_1^+ = 2 \cdot z_m^+ \cdot \frac{1}{1+A}$; $z_2^+ = 2 \cdot z_m^+ \cdot \frac{A}{1+A}$, mely értékeket

$A = \frac{z_2^+}{z_1^+}$ szerint egész számokra kell kikerekítenünk, így: z_1 és z_2 és ezzel

$z_m = \frac{z_1 + z_2}{2}$ lesz a végleges érték; tehát: $T_w = M_w \cdot z_m$ lesz és a közelítő

M^+ helyébe a futómodulus végleges értéke: $M = \frac{T}{z_m}$

2. lépés:

$$\Phi = \frac{\cos \alpha_w}{\cos \alpha} = \frac{M}{M_w}; \quad \cos \alpha = \frac{\cos \alpha_w}{\Phi}$$

Alapkör sugarak: $r_G = \frac{z_1}{2} \cdot \cos \alpha_w$; $r_{G'} = \frac{z_2}{2} \cdot \cos \alpha_w$

$$\Sigma r_G = z_m \cdot \cos \alpha_w; \quad \Sigma \kappa = \Sigma r_G \cdot \Delta \text{inv}$$

ahol: $\cos \alpha = \frac{\Delta \text{inv}}{\Delta}$

A késelállítások összege:

$$\Sigma \mu = \frac{\Sigma \kappa}{\sin \alpha_w} = \Sigma r_G \cdot \frac{\Delta \text{inv}}{\sin \alpha_w} = z_m \cdot \frac{\Delta \text{inv}}{\text{tg } \alpha_w}$$

melynek μ_1 és μ_2 -re való elosztását a számítások második fejezete szabja meg,
— itt ezt már megállapítottunk tesszük fel.

3. lépés:

A futó lábkörátmérők:

$$d_{L'} = z_1 - 2 \cdot \left(1 \frac{1}{6} - \mu_1 \right)$$

$$d_{L''} = z_2 - 2 \cdot \left(1 \frac{1}{6} \mp \mu_2 \right)$$

A futó vágómélység: $w = w_1 = w_2 = 2 \frac{1}{6} - \Sigma \mu + z_m \cdot (\Phi - 1)$

4. lépés:

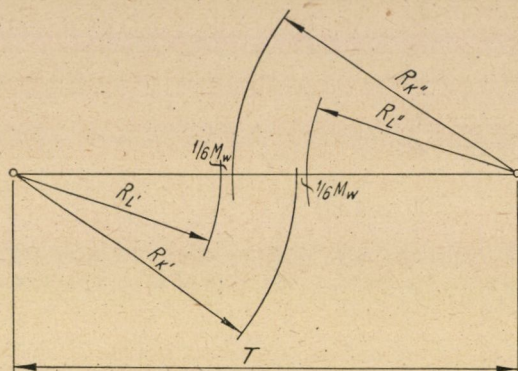
Beszorzunk M_w -vel, hogy a tényleges méreteket megkapjuk, melyeket alkalmas hibajelző képletekkel kell ellenőrizni, mert a sok tizedessel való műveleteknél tévedés könnyen megeshet.

$$D_{L'} = M_w \cdot d_{L'}; \quad D_{L''} = M_w \cdot d_{L''};$$

$$W = W_1 = W_2 = M_w \cdot w$$

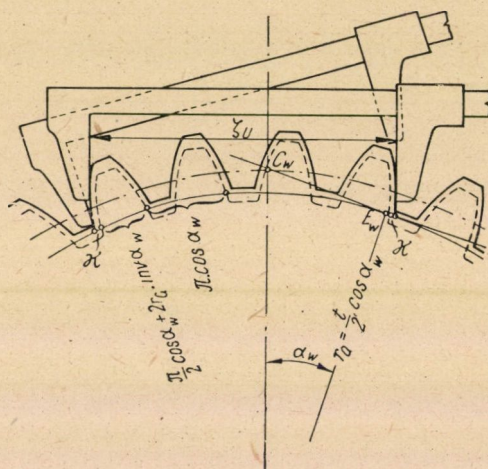
$$D_{K'} = D_{L'} + 2 \cdot W; \quad D_{K''} = D_{L''} + 2 \cdot W$$

$$V = V_1 = V_2 = T - (R_{K'} + R_{L'}) = T - (R_{K''} - R_{L'}) = \frac{1}{6} \cdot M_w$$



$$\begin{aligned} T &= R_{L'} + \frac{1}{6} M_w + R_{K''} = R_{L'} + \frac{1}{6} M_w + R_{K'} \\ 2T &= \Sigma R_L + \Sigma R_K + \frac{1}{3} M_w \\ 4T &= \Sigma D_L + \Sigma D_K + 2/3 \cdot M_w \end{aligned}$$

7. ábra



8. ábra

Ellenőrzés: Jelöljük: $D_{L'} + D_{L''} = \Sigma D_L$; és: $D_{K'} + D_{K''} = \Sigma D_K$ val, akkor pontosan helyesnek kell lennie:

$$\text{a) } \Sigma D_L + \Sigma D_K = 4 \cdot T - \frac{2}{3} \cdot M_w$$

$$\text{b) } T - T_w = z_m \cdot (\Phi - 1) \cdot M_w$$

$$\text{c) } W_w - W = M_w \cdot \Delta w = M_w \cdot z_m \cdot \left(\frac{\Delta \text{iny}}{\text{tg } \alpha_w} - \Phi + 1 \right)$$

5. lépés :

A gyártás folyamán az excentricitásra vonatkozó tűrések betartása ellenőrzendő. A fogazás pontosságát a többfogméret (8. ábra) szigorú tűrésének betartása biztosítja, mellyel a profilok egyenközűségét ellenőrizzük. Az evolvens fog bizonyos értelemben egyenlő vastagságú testalakzat az alapkört érintő vonalak irányában mérve, a G gyökponttól kezdve az utolsó lehetséges X_K profilpontjáig (9. ábra). E vastagságméret egyenlő az alapkörön mért s_G fogvastagsággal (ív méret). Az evolvens magosabban fekvő pontjai azon anyagból nem levő, csupán elméleti (pontosított vonallal rajzolt) evolvenságnak felelnének meg, mely a gyökpontból tükörképben újra emelkedik.

A ζ számú közrefogott fogak többfogmérete hézag nélküli fogazásnál (modulegységre) : $\frac{\zeta}{2}U_0$ valamely z fogszámú keréknél összetevődik : $(\zeta - 1)$ alapkörosztásból, vagyis : $(\zeta - 1) \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \cos \alpha_w$ továbbá egy, az alapkörön mért : s_G fogvastagságból, melynek értéke :

$$s_G = \frac{\pi}{2} \cdot \cos \alpha_w + 2 \cdot r_G \cdot \text{inv } \alpha_w \pm 2 \cdot \kappa. \text{ Eszerint : (8. ábra)}$$

$$\frac{\zeta}{2}U_0 = \left(\zeta - \frac{1}{2} \right) \cdot \pi \cdot \cos \alpha_w + 2 \cdot r_G \cdot \text{inv } \alpha_w \pm 2 \cdot \kappa$$

E méretet $\kappa = 0$ esetére, $\alpha_w = 14,5^\circ$, 15° és 20° -ra, fogszámanként és az alkalmas ζ -ra vonatkozóan, táblázatba foglalták. (MAAG táblázat). Amennyiben profileltolás vagy korrigálás van alkalmazva, a táblázati értékhez csupán $\pm 2 \cdot \kappa$ adandó hozzá.

A kész fogazáson azonban hézag szükséges a fogak között, melynek nagyságát és a két kerékre való elosztását a számítások második fejezete állapítja meg. Ha ez a teljes hézagméret (modulegységre) $H = 2 \cdot (h_1 + h_2)$, ahol h_1 és h_2 a fogsoványítás rétegvastagsága ($h_1 = \Delta \kappa_1$; $h_2 = \Delta \kappa_2$) akkor a többfogméret tényleges értéke : $\frac{\zeta}{2}U_h = \frac{\zeta}{2}U_0 - 2 \cdot h$

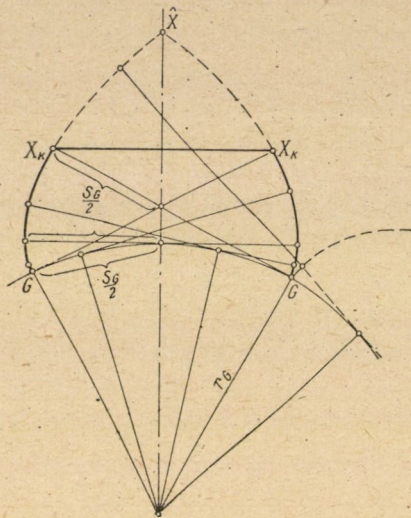
6. lépés :

Cirkuláris méretek (1. és 10. ábra).

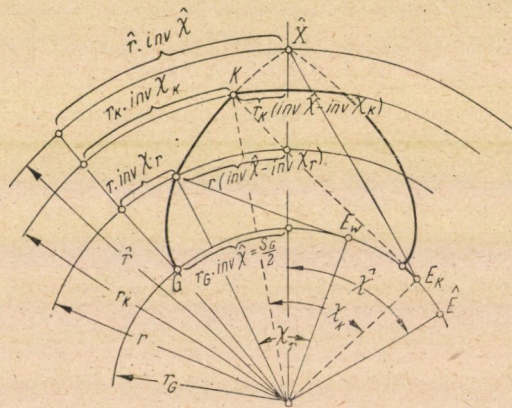
Gyakran szükség van a fogvastagságnak valamely koncentrikus körön (pl. a fejkörön) mért értékére, valamint a jobb és bal profilevolvens kihegyeződő metszéspontjának sugarára : \hat{r} -ra, ahol a fogvastagság = 0. A fog kihegyeződési pontjának e sugarára fennáll : (10. ábra)

$$\hat{r} = \frac{r_G}{\cos \hat{\chi}}; \text{ mivel: } r_G \cdot \text{inv } \hat{\chi} = \frac{s_G}{2}$$

továbbá: $s_G = \frac{\pi}{2} \cdot \cos \alpha_w + 2 \cdot r_G \cdot \text{inv } \alpha_w \pm 2 \cdot \kappa$; és $\text{inv } \hat{\chi} = \frac{s_G}{2 \cdot r_G} \leftarrow \cos \hat{\chi}$,



9. ábra



10. ábra

ezzel \hat{r} már ismert. Az evolvens valamely X pontját (1. ábra) jellemzi az \overline{OX} »mutató sugara« és az \overline{OY} »lefejléspont sugara« között bezárt χ szög. Ha az X evolvenspont egy r sugarú körön fekszik, akkor e körön a fogvastagság $s_r = 2 \cdot r \cdot (\text{inv } \hat{\chi} - \text{inv } \chi_r)$ ívméretben (10. ábra). Mivel: $\text{inv } \hat{\chi} = \frac{s_G}{2 \cdot r_G}$ és

$\cos \chi_r = \frac{r_G}{r}$ melyhez $\text{inv } \chi_r$, az s_r fogvastagság ismert. Hasonló módon számítható a fogvastagság a fejkörön:

$$s_K = 2 \cdot r_K \cdot (\text{inv } \hat{\chi} - \text{inv } \chi_K); \text{ amihez:}$$

$$\cos \chi_K = \frac{r_G}{r_K} \text{inv } \chi_K$$

Belső fogazás

A számításoknál csak a megfelelő negatív előjelekre kell figyelni az egyenletek alkalmazásánál. Így pl.: $z_m = \frac{z_2 - z_1}{2}$; $z_1 = 2 \cdot z_m \cdot \frac{1}{1 - A} \dots$ stb., ami pusztán algebrai feladat. Belső fogazás egyébként fésűkessel nem állítható elő. Kinematikájának, interferenciáinak, ütköző kapcsolásba lépést elhárító gyártásműveleteit stb. máshelyütt [4] tárgyaltam.

Anyakerék kapcsolása több kerékkel

A számításmenetet legjobban egy számpéldában követhetjük, ami egyúttal az előzőekben tárgyaltak megvilágítására is alkalmas. A méreteket először az anyakerék és a legkisebbik kerék párosítására állapítjuk meg a már ismertett menetben. A többi párosításnál így az anyakeréknek már rögzített méretei állanak szemben a többi kerék méretezésével, aminek az előálló fej-láb közökre némi csekély befolyása van, mert az csak az első párosításnál marad az elemi méretű.

Egy $z = 34$ fogú anyakerék egyidejűleg kapcsoljon egy $z_1 = 26$ és egy $z_2 = 27$ fogszámú kerékkel. A tengelytávok legyenek: $T_{26-34} = 236$; $T_{27-34} = 240$. A fésűkés $\alpha_w = 15^\circ$ szer-
számszögű modulusa: $M_w = 7,75$.

Első párosítás:

$$z_1 = 26; z = 34; z_m = 30; T = 236; T_w = z_m \cdot M_w = 232,5; M = \frac{T}{z_m} = 7,86666$$

$$\Delta T = 3,5; \Sigma r_G = z_m \cdot \cos \alpha_w = 30 \cdot 0,9659258 = 28,977774$$

$$\Phi = \frac{M}{M_w} = 1,01505; \cos \alpha = \frac{\cos \alpha_w}{\Phi} = 0,951601 \text{ inv } = 0,004411$$

$$\Sigma \mu = \frac{\Sigma \kappa}{\sin \alpha_w}; \Sigma \kappa = \Sigma r_G \cdot \Delta \text{inv} = 0,127821; \sin \alpha_w = 0,25881904$$

$\Sigma \mu = 0,493862$, melynek elosztása pl. legyen :

$$\mu_{34} = 0 ; \mu_{26} = 0,493862$$

A fej-láb köz szabványos: $V_{26-34} = \frac{1}{6} \cdot M_w = 1,291666$

A futó láb- és fejkörökre :

$${}_{26}R_L = M_w \cdot \left(\frac{26}{2} - 1 \frac{1}{6} + \mu_{26} \right) = 95,5358 ; \quad {}_{26}D_L = 191,0716$$

$${}_{34}R_L = M_w \cdot \left(\frac{34}{2} - 1 \frac{1}{6} \right) = 122,7081 ; \quad {}_{34}D_L = 245,4162$$

$${}_{26}R_K = T - {}_{34}R_L - V_{26-34} = 112,0003 ; \quad {}_{26}D_K = 224,0006$$

$${}_{34}R_K = T - {}_{26}R_L - V_{26-34} = 139,1726 ; \quad {}_{44}D_K = 278,3452$$

$$\Sigma D_L + \Sigma D_K = 938,8336$$

Vágómélység :

$$W_{26} = {}_{26}R_K - {}_{26}R_L = W_{34} = {}_{34}R_K - {}_{34}R_L = 16,4645$$

$$W_w = 2 \frac{1}{6} \cdot M_w = 16,7917$$

$$\Delta W = 0,3272$$

Ellenőrzések :

$$a) \frac{2}{3} \cdot M_w = 5,1666$$

$$D_L + D_K + \frac{2}{3} \cdot M_w = 938,8336 + 5,1666 = 944 = 4 \cdot 236 = 4 \cdot T$$

$$b) \Phi - 1 = 0,015033$$

$$T_w \cdot (\Phi - 1) = 232,5 \cdot 0,015033 = 3,5 = \Delta T = 236 - 232,5$$

$$c) \frac{\Sigma \mu}{z_m} = 0,016462$$

$$T_w \cdot \left(\frac{\Sigma \mu}{z_m} - \Phi + 1 \right) = 232,5 \cdot (0,0164621 - 1,01505 + 1) = 0,3272 = \Delta W$$

Második párosítás :

$$z_1 = 27 ; z = 34 ; z_m = 30,5 ; T_w = z_m \cdot M_w = 236,375 ; \Delta T = 3,625$$

$$M = \frac{T}{z_m} = 7,868852 ; \Sigma r_G = z_m \cdot \cos \alpha_w = 29,460737 ; \frac{1}{\Phi} = \frac{M_w}{M} = 0,9848961$$

$$\cos \alpha = \frac{\cos \alpha_w}{\Phi} = 0,9513367 \quad \Delta \text{inv} = 0,004514$$

$$\Sigma\mu = \frac{\Sigma\kappa}{\sin \alpha_w}; \quad \Sigma\kappa = \Sigma r_G \cdot \Delta \text{inv} = 0,1329856; \quad \sin 15^\circ = 0,25881904$$

$$\Sigma\mu = 0,5138165; \quad \text{az elosztás már megvan: } \mu_{34} = 0; \quad \mu_{27} = 0,5138165$$

A szabványos fej-láb köz: $V_w = 1,291666$ volna, mellyel számítva:
a futó láb- és fejkörökre:

$${}_{27}R_L = M_w \cdot \left(\frac{27}{2} - 1 \frac{1}{6} + \mu_{27} \right) = 99,5658; \quad {}_{27}D_L = 199,1316$$

$${}_{31}R_L = \text{már adott} = 122,7081; \quad {}_{34}D_L = 245,4162$$

$${}_{27}R_K = T - {}_{34}R_L - V_w = 116,0002; \quad {}_{27}D_K = 232,0004$$

$${}_{24}R_K = \text{már adott} = 139,1726; \quad {}_{34}D_K = 278,3452$$

$$\frac{\Sigma D_L + \Sigma D_K}{} = 954,8934$$

Vágómélység:

$$W_{27} = {}_{27}R_K - {}_{27}R_L = 16,4344; \quad W_{34} = \text{már adott} = 16,4645$$

$$\frac{W_w}{\Delta W_{27}} = \frac{16,7917}{0,3573}; \quad W_{34} = \text{már adott} = 0,3272$$

Ellenőrzés:

$$a) \quad D_L + D_K + \frac{2}{3} \cdot M_w = 954,8934 + 5,1666 = 960,0600$$

$$\text{azonban } 4 \cdot T = 960,0000$$

$$\text{tehát inkongruencia: } = 0,06 = 2 \cdot (W_{34} - W_{27}) = 2 \cdot \Delta V$$

és az oka ennek az, hogy a V_{34-27} fej-láb köz abnormális lett:

$$V_{34-27} = T - ({}_{34}R_K + {}_{27}R_L) = 1,2616 \text{ (abnormál)}$$

$$V_{27-34} = T - ({}_{27}R_K + {}_{34}R_L) = 1,2917$$

$$\Delta V = 0,0301, \text{ tehát } 2 \cdot \Delta V = 0,06, \text{ ami egyenlő az inkongruenciával.}$$

$$b) \quad \Phi - 1 = 0,01533553;$$

$$T_w \cdot (\Phi - 1) = 236,375 \cdot 0,01533 \dots = 3,625 = \Delta T$$

$$c) \quad \frac{\Sigma\mu}{z_m} = 0,01684646;$$

$$T_w \cdot \left(\frac{\Sigma\mu}{z_m} - \Phi + 1 \right) = 236,375 \cdot 0,0015109 = 0,357 = \Delta W_{27}$$

Különleges korrigáló rendszerek

Meg kell említenünk még egyes különleges korrigáló rendszereket, melyeket: $V_1; V_2; V_3$ stb. elnevezéssel ajánlanak főként nagy teherbírású fogalak elérhetősége szempontjából. Ezek mindkét keréken lehető nagy és pozitív szerszámkihúzást (nagy $\Sigma\mu$ -t) alkalmaznak, betartva egy megadott

tengelytávot, — rendszerint valamely Willis értéket, — hogy szabványos α_w szerszámszög és kerek M_w legyen használható. Ezen előny fejében feláldozzák a megkívánt A áttevés pontos betartását. — E rendszerek trigonometriai számításmódját, — eltekintve burkolt megjegyzésektől, — nem közölték [7]. A számításokat azonban az előzők alapján könnyen megejthetjük és ebből egyszerismind kiderül e korrigálásmódok kétes értéke, mert ugyanazon cél egyszerűbben is elérhető és pedig az áttevés pontosságának feláldozása nélkül.

Az egyik válfaj azon alapszik, hogy egy adott tengelytávnak megfelelő elemi ((Willis) fogszamösszeget : Σz -t csökkentik $\Delta z = 1, 2$, esetleg 3 foggal.

A μ szerszámkihúzás képzelhető maximuma $2 \cdot M_w$, de gyakorlatilag $1,5 \cdot M_w$ -nél is kevesebb, különben a fogak kihegyeződnek, a kapcsolószám az egység alá süllyed.

Jelöljük megkülönböztetésül azon értékeket, melyek az eredeti, még nem csökkentett, — Willis fogszamösszeghez tartoznának, zárójelbe foglalással: $[z_1]$; $[z_2]$; $[\Sigma z]$; $[z_m]$; $[A]$; $[\Theta] = [\Theta_w]$... stb. megjegyezve, hogy ekkor: $[\Phi] = 1$ és $[\Delta\Theta] = [\Sigma\mu] = 0$ veendő. A fogszam csökkentés utáni értékek jelölése marad a rendes:

$$z_1; z_2; \Sigma z; z_m; \Theta_w; \Delta\Theta; \Theta; A; \Phi; \Delta z; \Sigma\mu; \mu_1; \mu_2$$

$$d_w; d; d_L; d_K; w; v; \dots \text{stb.}$$

$$\text{Adva van: } \alpha_w; M_w; \Theta = [\Theta] = [\Theta_w] = [z_m]; \text{ és: } \Delta z$$

$$\text{Meghatározandó: } \Delta z_m; z_m; z_1; z_2; A; \cos \alpha; \Sigma\mu; \Phi; \Delta \text{inv}; d_w; d; d_L;$$

$$d_K; w; \Delta w; \dots \text{etc.}$$

$$1.) \Delta z_m = [z_m] - \frac{1}{2} \cdot \Delta z; [z_1] = 2 \cdot [z_m] \cdot \frac{1}{1 + [A]}; [z_2] = [A] \cdot [z_1]$$

Ha :	$\Delta z = 1$	$\Delta z = 2$	$\Delta z = 3$
$z_1 =$	$[z_1]$	$[z_1] - 1$	$[z_1] - 1$
$z_2 =$	$[z_2] - 1$	$[z_2] - 1$	$[z_2] - 2$

akkor:

Evvel: z_1 és z_2 és így: $z_m = \frac{1}{2} \cdot (z_1 + z_2)$, valamint: $A = \frac{z_2}{z_1}$ már ismertek.

$$2.) \Phi = \frac{[z_m]}{z_m} = \frac{\cos \alpha_w}{\cos \alpha}; \cos \alpha = \frac{\cos \alpha_w}{\Phi} \text{ — } \Delta \text{inv}$$

$$\Sigma\mu = z_m \cdot \frac{\Delta \text{inv}}{\text{tg } \alpha_w}; \text{ az elosztása megválasztható. } (\mu_1 \text{ és } \mu_2)$$

A modulegységre vonatkoztatott kerékméreték:

$$d_w' = z_1; d_w'' = z_2; d_1 = \Phi \cdot z_1; d_2 = \Phi \cdot z_2; d_L' = z_1 - 2 \frac{1}{3} + 2 \cdot \mu_1;$$

$$d_L'' = z_2 - 2 \frac{1}{3} + 2 \cdot \mu_2$$

A vágómélység számítására nincsen szükség, mert $\Delta w = \frac{1}{2} \cdot \Delta z - \Sigma \mu$ már ismert és

$$\text{így: } w = w_1 = w_2 = 2 \frac{1}{6} - \Delta w. \text{ A fej-láb köz szabványosan: } v = \frac{1}{6};$$

$$d_{K'} = d_{L'} + 2 \cdot w; d_{K''} = d_{L''} + 2 \cdot w.$$

Az egyéb méretek számítása már az előzőkből adódik.

Számpéldában:

Adva: $\alpha_w = 15^\circ$; $\Theta = 30$; $A^+ = 3$; $[z_m] = 30$; $\Delta z = 3$; $z_1 = 14$; $z_2 = 43$;

$\Delta \Theta = \Delta z_m = 1,5$.

Ezekkel: $A = \frac{43}{14} = 3,07$; $\Delta A = 0,07$; $z_m = 28,5 = \Theta_w$.

Számításmenet:

$$\Phi = \frac{\Theta}{\Theta_w} = \frac{30}{28,5} = 1,0526; \cos \alpha = \frac{\cos 15^\circ}{\Phi} = 0,9176295 \text{ --- } \Delta \text{inv} = 0,01824; \frac{1}{\text{tg } 15^\circ} =$$

$$= 3,73053; \frac{\Delta \text{inv}}{\text{tg } \alpha_w} = 0,068045; \Sigma \mu = z_m \cdot \frac{\Delta \text{inv}}{\text{tg } \alpha_w} = 1,93928; \text{ Elosztását } \mu_1 \text{ és } \mu_2 \text{-re megvá-}$$

lasztottnak vesszük.

$$w = 2 \frac{1}{6} - \Delta w; \Delta w = \Sigma \mu - \Delta \Theta = 0,43928; w = 1,72738$$

Ellenőrzés:

$$w = 2 \frac{1}{6} - z_m \cdot \left(\frac{\Delta \text{inv}}{\text{tg } \alpha_w} - \Phi + 1 \right) = 2 \frac{1}{6} - 0,43938 = 1,72738.$$

Egyéb méretek: $d_w = 14$; $d_w' = 43$; $d_1 = \Phi \cdot d_w \dots$ etc. A célt azonban sokkal egyszerűbben érjük el, ha a szerszámkészletből egy alkalmas kisebb modulusú fésűkést használunk és a fogazást a hézagmentes kapcsolatba a már az előzőekben kifejtett módon behizlaljuk, mikor is az áttevés sem változik.

Egy másik speciális korrigálás mindkét keréken egyenlő nagy pozitív szerszámkihúzást alkalmaz és pedig $\mu_1 = \mu_2 = 1$ vagyis $\Sigma \mu = 2$ állandó értékben. A számításmenetet az előző példa adataival mutatjuk be:

Adva: $\alpha_w = 15^\circ$; $z_m = 28,5$ és a közelítő áttevés: $A^+ = 3$.

Meghatározandó: z_1 ; z_2 ; A ; Θ ; $\cos \alpha$; azután d_w ; d_L ; d_K stb.

1. lépés:

$$z_1^+ = 2 \cdot z_m \cdot \frac{1}{1 + A^+} = 14,25; \text{ kikerekítve: } z_1 = 14$$

$$z_2^- = 2 \cdot z_m \cdot \frac{A^+}{1 + A^+} = 42,75; \quad \alpha \quad : z_2 = 43$$

2. lépés:

Táblázatokat készítenek az előforduló áttevések értékeire $\Sigma z = 2 \cdot z_m$ szerint; esetünkben:

$$\Sigma z = 2 \cdot z_m = 57$$

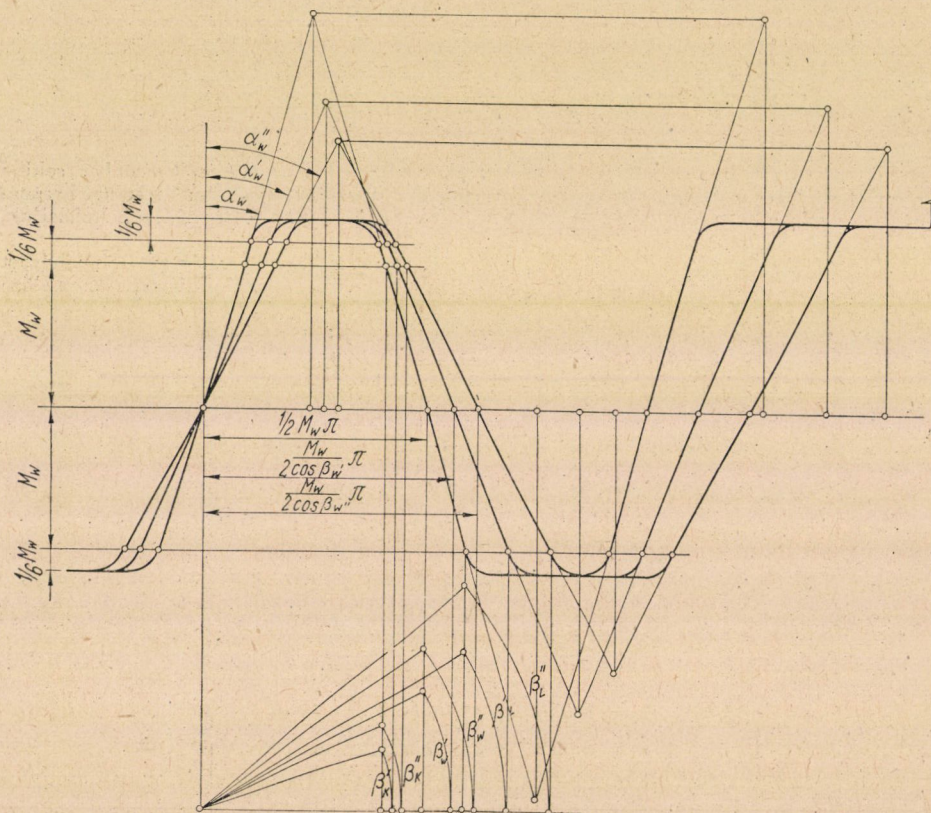
$z_1 =$	8	9	10	11	12	13	14	15
$z_1 =$	49	48	47	46	45	44	43	42
$A =$	6,01	5,34	4,70	4,17	3,75	3,35	3,03	2,80

A táblázatból megfelel: $A = 3,03$. Mivel $\Sigma\mu = z_m \cdot \frac{\Delta \text{inv}}{\text{tg } \alpha_w} = 2$ tehát: $\Delta \text{inv} = 2 \cdot \frac{\text{tg } \alpha_w}{z_m} =$
 $= 0,0188$ — $\cos \alpha = 0,9164$, és így: $\Phi = \frac{0,9659}{0,9164} = 1,055$. Ezzel: $z_m \cdot \Phi = 28,5 \cdot 1,055 =$
 $= 30,0675 = \Theta$. A többi érték: $d_w = 14$; $d_1 = \Phi \cdot d_w, \dots$ stb.

Ez a korrigálásmód sok tekintetben hasonlít az előbbihez, de talán egyszerűbb és mivel az általa elért fogalak eléggé kedvező, kommercionális fogaskerék-igényeknél használhatónak mutatkozik, bár az áttevés pontatlansága itt is megvan. Határozott igények és kötöttségeknél azonban csak az általános érvényű, az előzőekben ismertetett összefüggések alapján számíthatunk.

Ferde fogazás

Összefüggéseink ferdefogazásnál a keréksíkban előálló fogazásprofilokra érvényesek. A fésűkés a keréksíkban generál tökéletes evolvens fogazást. A gyártási (elemi) osztóhengeren mért β_w ferdeségszögű fogazásnál a generáló forrásprofil egy fantóm-fésűkésnek a lécfogazása, mely a tényleg használt fésűkésnek a β_w szög alatti hosszmeteszete (11. ábra). E fantóm-lécfogazás fogmagosság-

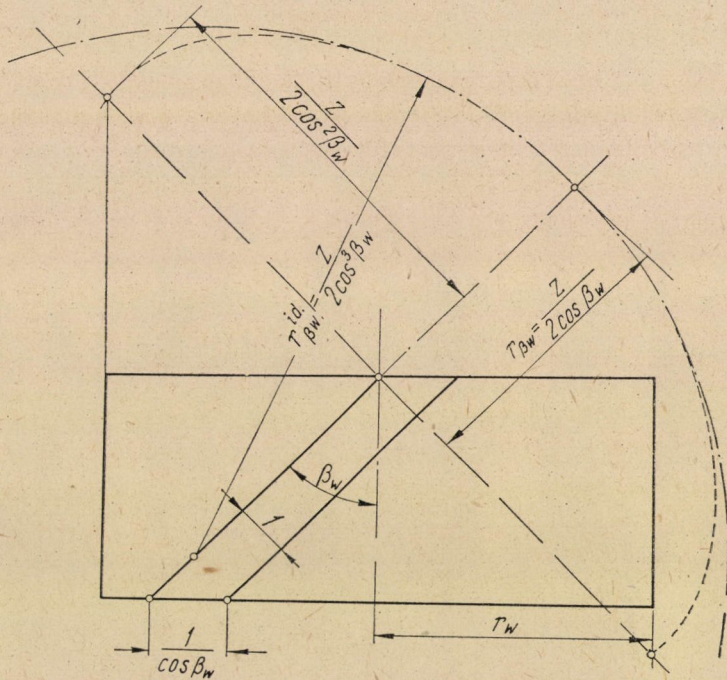


11 ábra.

méretei azonosak a használt fésűkés t_g magasságméreteivel, azonban az osztása, a modulusa és a szerszámszöge β_w -vel növekszik:

$$M_{\beta_w} = \frac{M_w}{\cos \beta_w}; \quad \text{tg } \alpha_{\beta_w} = \frac{\text{tg } \alpha_w}{\cos \beta_w}$$

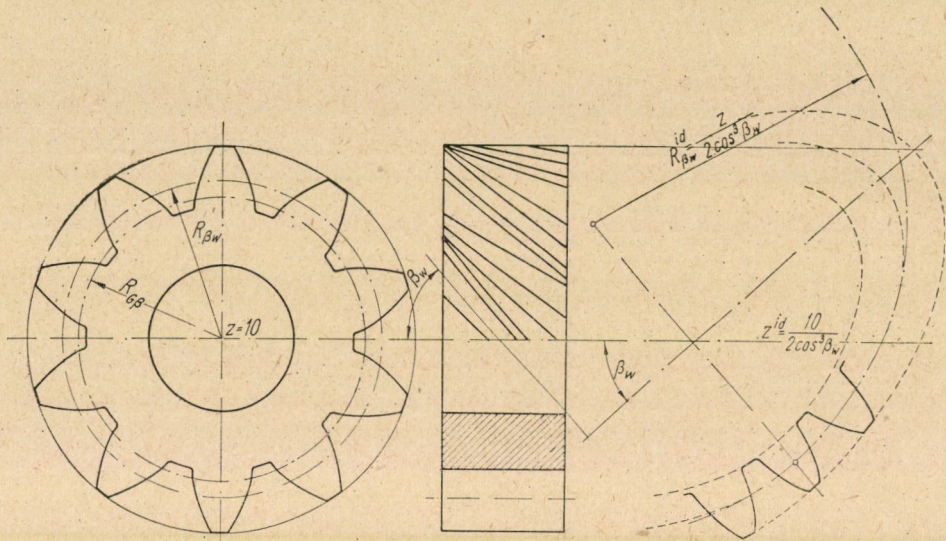
(Csigamarós előállításnál a keréksíkban keletkező evolvens sem tökéletes, — annál kevésbé, minél nagyobb a β_w). A ferdefogazásnak fontos és előnyös



12. ábra

sajátossága, hogy a futó: T_β tengelytávot β_w megfelelő választásával »korrigálás« nélkül lehet növelni, mivel: $T_\beta = \frac{T_w}{\cos \beta_w}$. Emellett az egyszerű »profil-eltolás« ($\Sigma \mu = 0$) lehetősége, mely által az aktív profilzónákat kedvezőbb helyre tolhatjuk el, épp úgy megvan, mint egyenes fogazásnál. Rendes gyakorlati esetekben így nincsen szükség »korrigálásra« ($\Sigma \mu > 0$), mert hiszen a keréksíkban keletkező α_{β_w} kapcsolószög β_w -vel növekedvén, egyszersmind csökken az »alámetszési fogszámhatár« is, vagyis kisebb fogszámok is alkalmazhatóvá válnak, mint »korrigálás« nélküli egyenes fogazásnál. Ferdefogazásnál általában mindig megmaradhatunk a bővített Willis rendszerben. Képzeltető ugyan oly eset, — megkötött igen kis fogszám és ugyancsak megkötött igen kis

β_w -nél, — mikor a kerécsík fogazása mégis »korrigálásra« szorul, vagyis a tengelytáv és a kapcsolószög növekedése nem elegendő és alul vagyunk az »alámetszési fogszámhatáron«. Eddigi összefüggéseink érvényesek ugyan, azonban a számítás megnehezül, mert Δ inv. táblázataink csak a szabványos szerszámszögekre vonatkoznak, a fantóm-forrásprofil fantóm szerszámszöge pedig β_w szerint változó. Ily esetben a megkötött β_w -nek megfelelő fantómszerszámszöggel egy Δ inv. táblázati részlet-zónát kell kidolgozni a körülbelül várható futó kapcsolószög értékének környezetére, mellyel azután a számítás változatlan menetű.

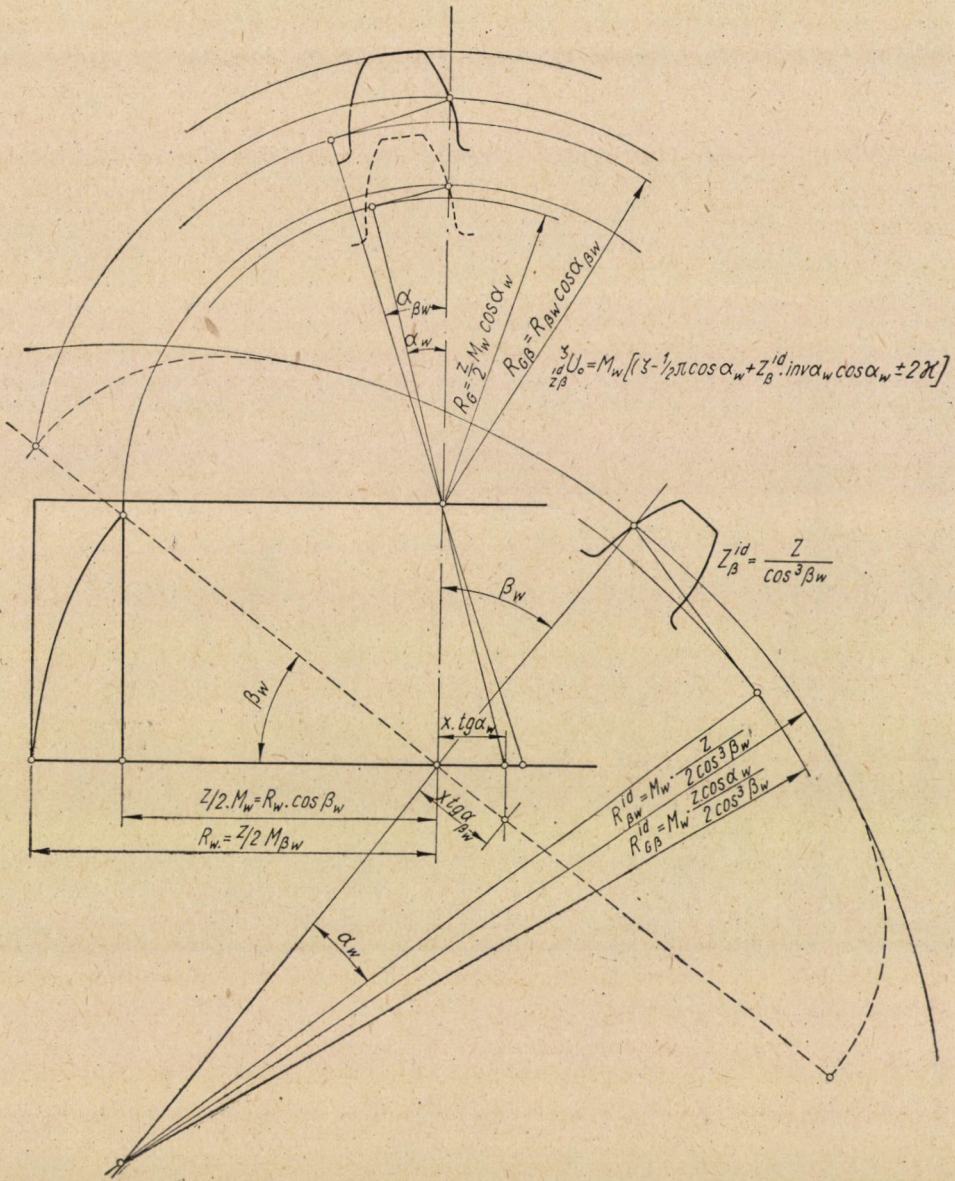


13. ábra

Meg kell emlékeznünk a ferdefogazás egy másik, — elméletileg igen előnyös kinematikai lehetőségéről, melynek kihasználása azonban gyakorlatilag sajnos, alig volna gazdaságos.

A ferdefogazás ugyanis megnöveli a kapcsolás hosszát és az egyidőben kapcsoló fogak számát. Elegendő nagy β_w és elegendő kerécszélességnél a foggrás nagyobb lehet az osztásnál, sőt annak többszöröse is. Ily esetben elvileg nem is volna szükség fogmagasságra, illetőleg az abból adódó kapcsoláshosszra, vagyis alacsony, tömpe fogazás is megfelelne, miáltal a relatív csúszás minimálisra volna csökkenthető, ami a tiszta folyadéksúrlódás hidrodinamikus megvalósítását valószínűen elérhetővé tehetné. — Gazdaságilag ez az előny azzal a hátránnyal áll szemben, hogy az előállításához esetenként más, külön készítenő szerszám kellene, azonfelül gazdaságilag ferde és egyenes fogazáshoz ugyanazon szerszám alkalmazhatósága kívánatos. —

Összefoglalva: ferdefogazás számításaihoz általában elegendő pusztán az inv. táblázat is. — A számításokkal összefüggő egyéb rendes geometriai



14. ábra

részrel e helyütt nem kell foglalkoznunk. Fogvastagságok és többfogméret mérése és számítása a fogakra merőleges síkban történik és a következő megmondások alapján végezhető (12., 13. és 14. ábra).

A fogakra merőleges keresztmetszet egy ellipszis alakzat; amelynek fogazása már nem körevolvens profilú, de a C centrális pont szomszédságában, — vagyis a kapcsolási zónába eső fogaknál, — közelítőleg még oly körevolvens fogazásnak tekinthető, mely azon ideális osztó — és alapkörhöz tartozik, melynek osztóköre a C ponton megy át, — osztókörugara az ellipszisnek legnagyobb (C ponthoz tartozó) görbületi sugara, — modulusa a használt fésűkés M_w modulusa és fogszáma egy ideális: z_β^{id} fogszám, mely megfelel ezen ideális osztókörnek; a kapcsolószög marad α_w , vagyis a fésűkés szerszámszöge, és így az ideális alapkör is ismert.

Az ellipszis legnagyobb görbületi sugara, — vagyis az ideális osztókör sugár (12. ábra): $r_\beta^{id} = \frac{z}{2 \cdot \cos^3 \beta_w}$; ami szerint:

$$z_\beta^{id} = \frac{z}{\cos^3 \beta_w} \quad (14. \text{ ábra.})$$

A többfogméret: z_β^{id} fogszámú kerék ζ fogon át mért hézagmentes kapcsolásra vonatkozó mérete:

$$z_\beta^z U_0 = M_w \cdot \left\{ \left(\zeta - \frac{1}{2} \right) \pi \cdot \cos \alpha_w + z_\beta^{id} \cdot \text{inv } \alpha_w \pm 2 \cdot \kappa \right\}$$

$$\text{ahol: } \kappa = \pm \mu \cdot \sin \alpha_w.$$

Megnevezés	MAAG jelölés	E cikk jelölése
Többfogméret hézag- és késelállítás nélkül	$M_n = M_1 \cdot m_H$	$\frac{\xi}{z} U_0 = \frac{\xi}{z} u_0 \cdot M_w$
Többfogméret modulegységre hasonlóan	M_1	$\frac{\xi}{z} u_0$
Fogvastagság az alapkörön modulegységre	m_1	s_G
Átfogott fogak száma	n	ζ
Alaposztás modulegységre	tn_1	$\left(\frac{\pi}{2} + z \cdot \text{inv } \alpha_w \right) \cdot \cos \alpha_w$
Szerszámmodulus	m_H	M_w
Szerszámszög	ε_H	α_w
Fogszám	Z	z
Összefüggések	$M_1 = (n-1) \cdot tn_1 + m_1$	$\frac{\xi}{z} u_0 = (\zeta-1) \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \cos \alpha_w + s_G$
	$m_1 = \cos \varepsilon_H \cdot \left\{ \frac{\pi}{2} + Z \cdot (\text{tg } \varepsilon_H - \text{arc } \varepsilon_H) \right\}$	$s_G = \left(\frac{\pi}{2} + z \cdot \text{inv } \alpha_w \right) \cdot \cos \alpha_w$

A kapcsolási hézag ebből még a már ismertetett módon levonandó a ténylegesen mérendő érték megállapításánál. A többfogmételre (hézagmentes és $\alpha = 0$, vagyis profileltolás nélküli fogazásnál, modulegységre, fogszámoként (és alkalmas ζ -val) számított értékekre szóló MAAG táblázat ferdefogazásnál úgy használható, ha z fogszám helyett: z_{β}^{id} fogszámhoz tartozó értéket vesszük ki belőle. Mivel a MAAG táblázatban használt jelölések eltérnek az itt használtaktól, valamint minden más szokott jelölésmódtól is, félreértés elkerülésére célszerűnek mutatkozik, hogy az equivalens jelöléseket táblázatosan ide iktassam.

IRODALOM

- [1] E. Vidéky: The Rationalisation Of Gear Cutting. 1933.
 [2] E. Vidéky: Kritischer Vergleich der Stirnradbearbeitungsweisen. Z. f. Werkzeugmaschinen u. Werkzeuge. 1913. H. No. 8.
 [3] Vidéky Emil: Fogaskerek evolvenstrigonometriai összefüggései. M. M. és É. E. Közl. 1944. 14. sz.
 [4] Vidéky Emil: Homlokkerékfogazások fejtompítása. Magy. Tud. Akad. Műsz. Tud. Oszt. Közl. 1954. XII. köt. 1-4. sz.
 [5] Vidéky Emil: Inv. és Δ inv táblázat. (Kézirat jellegű) 1934, 1940 és 1944.
 [6] E. Vidéky: Beitrag zur Berechnungsweise der Zahnäder. V. D. I. Maschinenbau. 1926. H. NO. 8.
 Egyéb vonatkozó irodalom:
 [7] Fachtagung: Zahnradforschung. Braunschweig, 1952. Vieweg und S.

Összefoglalás

A homlokfogaskerék számításoknak az involut és Δ inv. függvényen alapuló trigonometriai és kinematikai, matematikailag egzakt és primordiális fejezete. A számítás menete. —

Megjegyzés

Szerző 50 éves úttörő tudományos munkássága a fogaskerék számítás terén világszerte ismert. Már 1906-ban elsőként feltárta az alámetszés és interferencia geometriáját és 1908-ban a fogazás szilárdsági számítását úttörőként a Herz-feszültségre alapította. Kidolgozta a fogazás modulegységre alapított teljes geometriáját, elsőként bevezetve az új involut szögfüggvényt. részletes táblázatot készített e szögfüggvényről, valamint a futó kapcsolószög és a szerszámszög involutjának különbözetéről, ami a számítást lényegesen megkönnyíti. Szerző munkái a fogaskerék rohamos fejlődésére alapvető behatással voltak. Újabban szerző a fejtompítás helyes módszerét vezette be, valamint feltárta a tökéletes folyadéksúrlódás geometriai alapfeltételeit a fogkapcsolásnál. (Szerk.)

CSONKAGÚLA ALAKÚ RÁCSOS SZERKEZETEK RÚDERŐI*

CSONKA PÁL

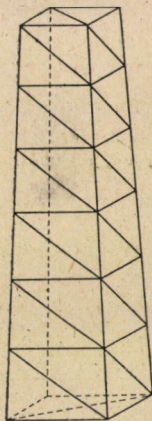
A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

BUDAPESTI ÉPÍTŐIPARI MŰSZAKI EGYETEM SZILÁRDSÁGTANI TANSZÉKE

[Beérkezett 1953. április 27-én]

1. Bevezetés

Ez a tanulmány derékszögű négyszög keresztmetszetű, csonkagúla alakú, térbeli rácsos szerkezetek rúderőinek meghatározását tárgyalja. Vizsgálatai felületi rácsozású, sztatikai szempontból határozott szerkezetre vonatkoznak



1. ábra. Felületi rácsozású csonkagúla alakú térbeli rácsos szerkezet

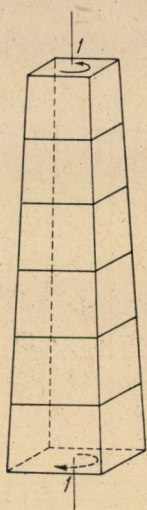
(1. ábra). Megállapításai, mint határesetre, a derékszögű négyszöghasáb alakú rácsos szerkezetekre is érvényesek.

A tanulmány a 2. ábrával magyarázott háromféle egyszerű igénybevételi esetet öleli fel. Célja azoknak a képleteknek az összeállítása, amelyek a tárgyalt egyszerű szerkezeteken kívül egyes bonyolultabb szerkezetű, sztatikai szempontból határozatlan szerkezetek (pl. keresztkötésekkel merevített rácsos vezetékoszlopok, repülőgép vázák) erőjátékának tanulmányozását is lehetővé teszik. Minthogy ezen feladatok tárgyalásához a véglapok síkjában fekvő

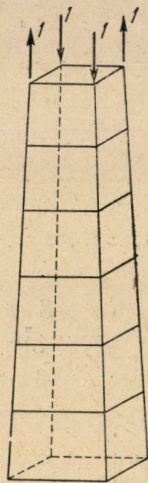
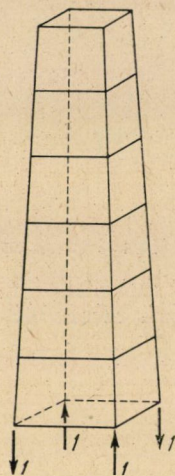
* Angol nyelven megjelent az Acta Technica 7 (1953) 507/519 lapján.

rudak rúderőinek ismerete általában nem szükséges, e tanulmány csak a véglapokkal közrefogott ún. *közbenső rudak* rúderőinek meghatározására terjed ki.

A tárgyalás során a vizsgálandó szerkezetet nagyobbik véglapjára állítjuk. Ebben a helyzetben a csonkagúla tengelye függőleges.



Tiszta csavarás

2. ábra.
A felső véglap görbítése

Az alsó véglap görbítése

2. A rácsosztás

Tárgyalásaink során a vizsgálatra kerülő szerkezeteknek a 3. ábrán feltüntetett hatféle rácsosztási lehetőséget vesszük tekintetbe. Az ábrán a rácsosztás csak két szomszédos oldallapon tüntettük fel, mégpedig a rajz síkjába beforgatott helyzetben. A másik két oldallap rácsosztása az ábrán bemutatottal azonos, tehát a rácsosztat a csonkagúla tengelyére nézve szimmetrikus. A szóban forgó kétféle rácsosztásmód közül az a_1 , a_2 , b_1 , b_2 és b_3 fajtájú rácsosztások esetében a csomópontokban térbeli csuklókat, az a_3 fajtájú rácsosztásmód esetében pedig síkbeli csuklókat tételezünk fel.

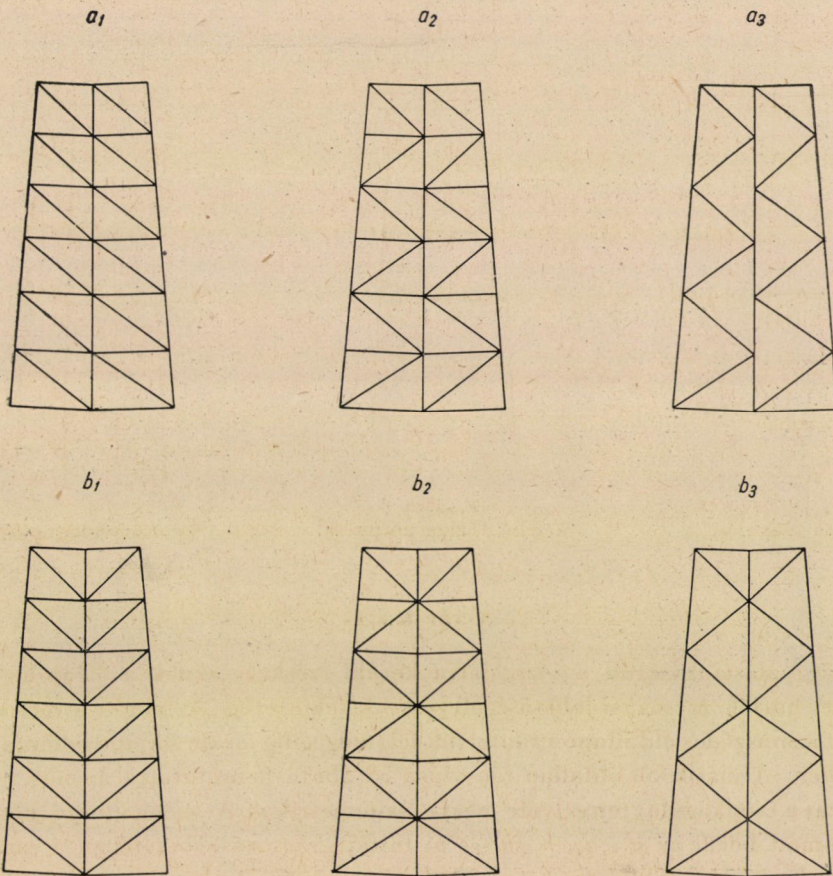
Valamennyi tekintetbe vett rácsosztatról feltesszük, hogy rácsrúdjaik az oldallapot hasonló háromszögekre osztják. Ilyen ún. *arányos rácsosztás* esetében egy-egy oldallap összes ferde rúdja az övrudakkal azonos szöget alkot.

3. Jelölések

Tárgyalásainkban a következő jelöléseket használjuk:

- I, II, III, IV az övek (oldalélek) sorszámjai
 a , b az I–II és III–IV, illetve II–III és IV–I oldallapok legfelső vízszintes rácsrúdjának elméleti hosszúsága;

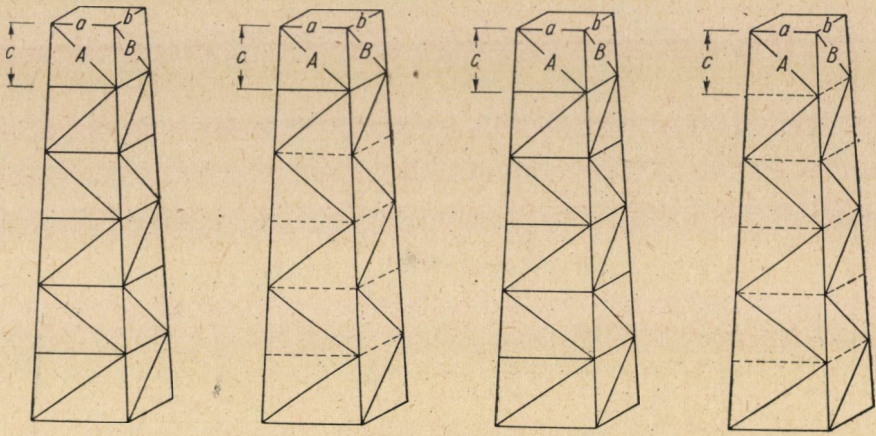
- A, B az I—II és III—IV, illetve II—III és IV—I oldallapok legfelső ferde rácsrúdjának hosszúsága ;
 c az oldallapok legfelső övrúdjának elméleti hosszúsága ;*
 μ a rácsosztás arányossági tényezője, vagyis az oldallap egymással szomszédos két hasonló háromszögében a hosszabbik és a neki megfelelő kisebbik oldal aránya ;*
 k az oldallap övrúdjainak felülről számított sorszáma.* Ezt a sorszámot mutatóként a rúderők betűjelében is kitesszük ;



3. ábra. A tárgyalt rácsozásmódok

- n az oldallap egy-egy övében az övrúdak száma ;*
 ϑ a sudarasodási szög, vagyis az övrúdak tengelyvonalának a csonkagúla tengelyével alkotott szöge ;
 S_{Ak}, S_{Bk} rúderő az a és b szélességű oldallapok felülről számított k-adik vízszintes rácsrúdjában ;
 S_{Ak}, S_{Bk} rúderő az a és b szélességű oldallapok felülről számított k-adik ferde rácsrúdjában ;
 S_{Ik}, S_{IIk} rúderő az I és II jelű öv felülről számított k-adik övrúdjában ;
 S_{IIIk}, S_{IVk} rúderő a III és IV jelű öv felülről számított k-adik övrúdjában.

* Megjegyzés. A c, μ, k, n értékeket a_3 és b_3 fajtájú rácsozás esetében ugyanúgy értelmezzük, mint az a_2 és b_2 esetben, tehát épp úgy, mintha minden csomópontból vízszintes rácsrúd is ágazódnék ki (4. ábra).

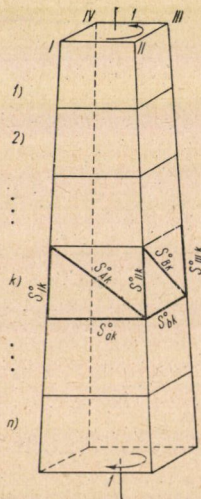


4. ábra. Magyarázó ábra a betűjelzéshez

4. A tiszta csavarás okozta rúderők

Működtessünk a vizsgálandó szerkezet két véglapjára azok síkjában ható, *egységnyi nyomatékú*, egymással ellentétes irányban forgató csavaró erőpárokat (5. ábra). Tekintsük e csavaró erőpárok nyomatékát akkor pozitívnak, ha a szerkezet felső véglapjára működő erőpár forgató iránya az I, II, III, IV sor-számok jelezte forgásiránnyal megegyező.

A véglapokra működő csavaró erőpárok a rudakban belső erőket: *rúderőket* keltenek. Ezeket a tárgyalandó egyéb igénybevételi esetekben keletkező rúderőktől a rúderők betűjele mellé iktatott felső zérus-indexszel különböztetjük meg. Pl. az I–II. oldallapon a felülről számított k -adik ferde rácsrúd esetében a rúderő betűjele: S_{Ak}°



5. ábra. A véglapokra működő egységnyi forgató nyomatékú csavaró erőpárok. Az ábra ezen erőpárok előidézte rúderők betűjelzését is magyarázza

I. táblázat. A véglapokra működő egységnyi nyomatékú csavaró erőpárok előidézte rúderők a közbelső rudakban.

	a_1	a_2	a_3	b_1	b_2	b_3
1)						
2)						
⋮						
k)						
⋮						
n)						
S_{uk}°	$+\frac{at}{\mu k}$	0	0	$+\frac{at}{\mu k}$	0	0
S_{bk}°	$+\frac{bt}{\mu k}$	0	0	$-\frac{bt}{\mu k}$	0	0
S_{Ak}°	$-\frac{At}{\mu k}$		$+(-1)^k \frac{At}{\mu k}$	$-\frac{At}{\mu k}$		$+(-1)^k \frac{At}{\mu k}$
S_{Bk}°	$-\frac{Bt}{\mu k}$		$+(-1)^k \frac{Bt}{\mu k}$	$+\frac{Bt}{\mu k}$		$-(-1)^k \frac{Bt}{\mu k}$
S_{Ik}°	$+\frac{ct}{\mu k}$		$-(-1)^k \frac{ct}{\mu k}$	0		0
S_{IIk}°	$+\frac{ct}{\mu k}$		$-(-1)^k \frac{ct}{\mu k}$	0		0

Lévén a vizsgált szerkezet sztatikai szempontból határozott, a rúderőket a csomópontok egyensúlyi feltételeiből egyszerűen meghatározhatjuk. A számítás eredményét a

$$t \equiv \frac{1}{2ab} \quad (1)$$

egyszerűsítő jelöléssel az I. táblázat foglalja össze, de csak arra az esetre, melyben az $I-II$ oldallap legfelső ferde rácsrúdja az $I \rightarrow II$ irányban lejt. Ha e rácsrúd lejtése ellentett irányú, a rúderők előjelét meg kell változtatni. A táblázat a véglapok síkjába eső rudak rúderőinek számítására nem használható.

A táblázati értékek helyes voltát a csomópontok egyensúlyi vizsgálatával ellenőrizhetjük. A vizsgálatot a két véglap közé eső *közbenső csomópontokban* oly módon végezhetjük el, hogy az illető csomópontra működő erőket az övrúd és a keresztmetszeti négyszög oldalélei szerint alkotókra bontjuk s a közös egyenesbe eső erőalkotókat egy-egy erővé egyesítjük. E műveletet elvégezve, azt találjuk, hogy az összetétel eredménye mindhárom esetben zérus-erő, ez pedig azt jelenti, hogy a vizsgált csomópontra ható erők valóban egyensúlyban vannak. A két véglap síkjába eső *szélső csomópontokban* a vizsgálat némiképp módosul. Itt a vizsgálat két részből tevődik össze. Először is ki kell mutatnunk, hogy a négy sarokpont mindegyikében a véglapokra csak vízszintes erők adódnak át, másrészt igazolnunk kell, hogy az átadott erők eredője a csavaró erőpárral egyensúlyt tart. Az I. táblázatba foglalt rúderő értékek mind ezeknek a feltételeknek megfelelnek.

5. A felső véglapra működő görbítő erők előidézte rúderők

Működjenek a vizsgált szerkezet felső véglapjának sarokpontjaira a csonka-gúla tengelyével párhuzamos, *egységnyi nagyságú*, felváltva fel- vagy lefelé ható erők (6. ábra). Nevezzük ezeket az erőket röviden *görbítő erőknek* s állapodjunk meg abban, hogy a szóban forgó erőket akkor tekintjük pozitívoknak, ha az I -él felső csomópontjára működő erő felfelé irányuló.

A szerkezet felső véglapjára működő görbítő erők a szerkezet rúdjaiban belső erőket — rúderőket — hoznak létre. Ezek betűjelét fent vízszintes vonalkával látjuk el. Pl. az $I-II$ oldallap felülről számított k -edik ferde rácsrúdjában keletkező rúderőt így jelöljük: \bar{S}_{Ak}

A felső véglapra ható görbítő erők okozta rúderőket a csomópontok egyensúlyi feltételeiből ugyanúgy határozhatjuk meg, mint az előző esetben. A számítás eredményét a

$$v \equiv \frac{\mu^n}{2(\mu^n - 1) \cos \vartheta} \quad (2)$$

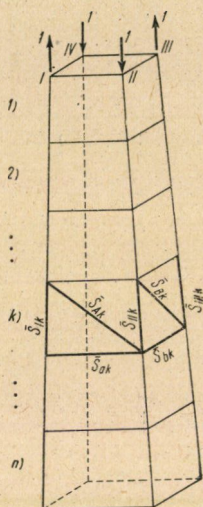
II. táblázat. A felső véglapra működő, egységnyi görbítő erők előidézte rúderők k közbelső rudakban

	a_1	a_2	a_3	b_1	b_2	b_3
1)						
2)						
⋮						
k)						
⋮						
(n)						
\bar{S}_{ak}	$-\frac{a(\mu-1)v}{c\mu^k}$	0	0	$-\frac{a(\mu-1)v}{c\mu^k}$	0	0
\bar{S}_{bk}	$+\frac{b(\mu-1)v}{c\mu^k}$	0	0	$-\frac{b(\mu-1)v}{c\mu^k}$	0	0
\bar{S}_{Ak}	$+\frac{A(\mu-1)v}{c\mu^k}$	$-(-1)^k \frac{A(\mu-1)v}{c\mu^k}$	$+\frac{A(\mu-1)v}{c\mu^k}$	$+\frac{A(\mu-1)v}{c\mu^k}$	$-(-1)^k \frac{A(\mu-1)v}{c\mu^k}$	$-(-1)^k \frac{A(\mu-1)v}{c\mu^k}$
\bar{S}_{Bk}	$-\frac{B(\mu-1)v}{c\mu^k}$	$+(-1)^k \frac{B(\mu-1)v}{c\mu^k}$	$+\frac{B(\mu-1)v}{c\mu^k}$	$+\frac{B(\mu-1)v}{c\mu^k}$	$-(-1)^k \frac{B(\mu-1)v}{c\mu^k}$	$-(-1)^k \frac{B(\mu-1)v}{c\mu^k}$
\bar{S}_{1k}	$-\frac{2v}{\mu^n} + \frac{(\mu+1)v}{\mu^k}$	$-\frac{2v}{\mu^n} + \frac{(\mu+1)v}{\mu^k}$	$-\frac{2v}{\mu^n} + \frac{2v}{\mu^k}$	$-\frac{2v}{\mu^n} + \frac{2v}{\mu^k}$	$-\frac{2v}{\mu^n} + [(\mu+1) + (-1)^k(\mu-1)] \frac{v}{\mu^k}$	$-\frac{2v}{\mu^n} + [(\mu+1) + (-1)^k(\mu-1)] \frac{v}{\mu^k}$
\bar{S}_{11k}	$+\frac{2v}{\mu^n} - \frac{(\mu+1)v}{\mu^k}$	$+\frac{2v}{\mu^n} - \frac{(\mu+1)v}{\mu^k}$	$+\frac{2v}{\mu^n} - \frac{2\mu v}{\mu^k}$	$+\frac{2v}{\mu^n} - \frac{2\mu v}{\mu^k}$	$+\frac{2v}{\mu^n} - [(\mu+1) - (-1)^k(\mu-1)] \frac{v}{\mu^k}$	$+\frac{2v}{\mu^n} - [(\mu+1) - (-1)^k(\mu-1)] \frac{v}{\mu^k}$

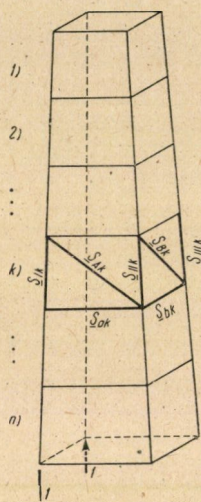
egyszerűsítő jelöléssel a II. táblázat tartalmazza arra az esetre, ha az I—II oldallap legfelső ferde rácsrúdja az I→II irányban lejt. Az ellentett esetben a táblázati képleteket ellentétes előjellel kell venni. A táblázat csak a közbenső rudakban keletkező rúderők képleteit foglalja magában s így a véglapok síkjába eső rudakban keletkező rúderők számítására nem használható.

6. Az alsó véglapra működő görbítő erők előidézte rúderők

Működtessünk a szerkezet *alsó* véglapjának sarokpontjaira a csonka-gúla tengelyével párhuzamos *egységnyi nagyságú* görbítő erőket (7. ábra), s



6. ábra. A felső véglapra működő egységnyi görbítő erők. Az ábra ezen erők előidézte rúderők betűjelzését is magyarázza



7. ábra. Az alsó véglapra működő egységnyi görbítő erők. Az ábra ezen erők előidézte rúderők betűjelzését is magyarázza

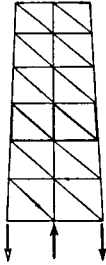
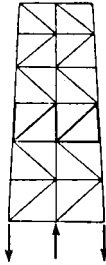
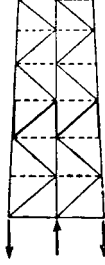
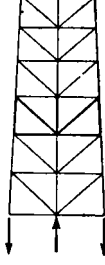
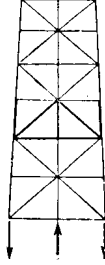
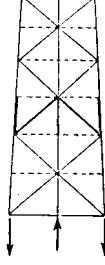
tekintsük ezeket akkor pozitívoknak, ha az *I* oldalél alsó végpontjára működő erő felülről lefelé irányul.

A szóbanforgó terhelés a rudakban belső erőket okoz. Ezeket a rúderőket az ábrán magyarázott módon különböző indexű \underline{S} betűkkel jelöljük. Például az *I—II* oldallap felülről számított *k*-adik ferde rácsrúdjában működő rúderő betűjele: \underline{S}_{Ak} .

A szóbanforgó erőrendszer előidézte rúderőket most is ugyanúgy állapíthatjuk meg, mint előbb. A számítás eredményét a

$$v \equiv \frac{\mu^n}{2(\mu^n - 1) \cos \vartheta} \quad (3)$$

III. táblázat. Az alsó véglapra működő egységnyi görbítő erők előidézte rúderők a közbenső rudakban.

	a_1	a_2	a_3	b_1	b_2	b_3
1)						
2)						
⋮						
k)						
⋮						
n)						
\underline{S}_{ak}	$+\frac{a(\mu-1)v}{c\mu^k}$	0	0	$+\frac{a(\mu-1)v}{c\mu^k}$	0	0
\underline{S}_{bk}	$-\frac{b(\mu-1)v}{c\mu^k}$	0	0	$+\frac{b(\mu-1)v}{c\mu^k}$	0	0
\underline{S}_{Ak}	$-\frac{A(\mu-1)v}{c\mu^k}$	$+(-1)^k \frac{A(\mu-1)v}{c\mu^k}$	$-\frac{A(\mu-1)v}{c\mu^k}$	$-\frac{A(\mu-1)v}{c\mu^k}$	$+(-1)^k \frac{A(\mu-1)v}{c\mu^k}$	$+\frac{A(\mu-1)v}{c\mu^k}$
\underline{S}_{Bk}	$+\frac{B(\mu-1)v}{c\mu^k}$	$-(-1)^k \frac{B(\mu-1)v}{c\mu^k}$	$-\frac{B(\mu-1)v}{c\mu^k}$	$-\frac{B(\mu-1)v}{c\mu^k}$	$+(-1)^k \frac{B(\mu-1)v}{c\mu^k}$	$+\frac{B(\mu-1)v}{c\mu^k}$
\underline{S}_{Ik}	$+2v - \frac{(\mu+1)v}{\mu^k}$	$+2v - \frac{(\mu+1)v}{\mu^k}$	$+2v - \frac{2v}{\mu^k}$	$+2v - \frac{2v}{\mu^k}$	$+2v - [(\mu+1) + (-1)^k(\mu-1)] \frac{v}{\mu^k}$	$+2v - [(\mu+1) + (-1)^k(\mu-1)] \frac{v}{\mu^k}$
\underline{S}_{IIk}	$-2v + \frac{(\mu+1)v}{\mu^k}$	$-2v + \frac{(\mu+1)v}{\mu^k}$	$-2v + \frac{2\mu v}{\mu^k}$	$-2v + \frac{2\mu v}{\mu^k}$	$-2v + [(\mu+1) - (-1)^k(\mu-1)] \frac{v}{\mu^k}$	$-2v + [(\mu+1) - (-1)^k(\mu-1)] \frac{v}{\mu^k}$

jelöléssel a III. táblázatba foglaltuk arra az esetre, ha az $I-II$ jelű oldallap legfelső ferde rácsrúdja az $I \rightarrow II$ irányban lejt. Ha a rácsrúd lejtése ellentett irányú, a táblázatban az összes előjeleket ellentétesre kell változtatni. Ez a táblázat, miként az előbbiek is, szintén csak a közbenső rudak rúderőinek képleteit tartalmazza.

7. A $\mu = 1$ határeset

Az előzőekben közölt I–III. táblázatok hasáb alakú rácsos szerkezetek esetében is érvényesek, ilyenkor azonban a táblázatok használata előtt előbb el kell végeznünk a $\mu \rightarrow 1$ határátmenetet. Ez alkalommal figyelniük kell arra, hogy a II, és III táblázatokban levő v érték is függvénye μ -nek.

IRODALOM

- CSONKA PÁL: Merev végű rácsos vezetékoszlop méretezése csavarásra. *Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei* 8 (1953), pp. 585–593.
 CSONKA PÁL: Szabad végű, rácsos vezetékoszlop méretezése csavarásra. *Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei* 9 (1953), pp. 257–267.

Összefoglalás

Ez a tanulmány derékszögű, négyszögkeresztmetszetű, csonkagúla alakú térbeli rácsos szerkezetek rúderőinek meghatározásával foglalkozik. A tárgyalás statikai szempontból határozott oly szerkezetekre vonatkozik, melyek összes rúdjai a csonkagúla oldallapjaiban fekszenek.

A vizsgált szerkezetek hatféle rácsozatúak. Mindegyik tárgyalt rácsozásmód olyan, hogy egy-egy rácsos oldallap valamennyi ferde rácsrúdja a csonkagúla oldaléleivel azonos szöveget alkot.

A tanulmány a rúderők meghatározását tiszta csavarás esetében, valamint abban a terhelési esetben tárgyalja, melyben a szerkezet egyik, vagy másik véglapjára a csonkagúla tengelyével párhuzamos azonos nagyságú, de felváltva ellentett irányú erők hatnak. E három terhelési esetre a tanulmány oly táblázatokat közöl, melyekből a két véglap közé eső rudakban keletkező rúderők képletei készen kivehetők. A két véglap síkjába eső rudakban keletkező rúderőkre a táblázati képletek nem érvényesek.

CSONKAGÚLA ALAKÚ RÁCSOS SZERKEZETEK ALAKVÁLTOZÁSA*

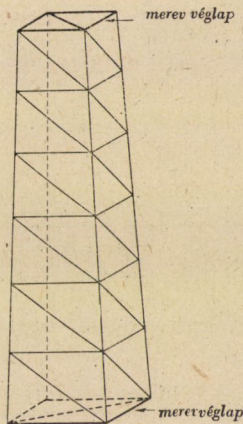
CSONKA PÁL

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA
BUDAPESTI ÉPÍTŐIPARI MŰSZAKI EGYETEM SZILÁRDSÁGTANI TANSZÉKE

[Beérkezett 1953. április 27-én]

Bevezetés

Két előző tanulmányomban [1], [2] befogott, illetve szabadvégű rácsos vezetékoszlopok csavarásával, majd egy további tanulmányban [3] derékszögű négyyszög keresztmetszetű, csonkagúla alakú térbeli rácsos szerkezetek rúderőinek meghatározásával foglalkoztam (1. ábra). Jelen dolgozatban a [3] alatt



1. ábra. Felületi rácsozással bíró, csonkagúla alakú térbeli rácsos szerkezet, merev véglapokkal

vizsgált szerkezetek véglapjainak elgörbülését állapítom meg annak feltételezésével, hogy a véglapok síkjába eső rudak merevek. Terhelésként csak a [3] dolgozatban említett terhelési eseteket veszem figyelembe.

Az itt vizsgált szerkezetekre is érvényes az a kikötés, hogy e szerkezetek statikai szempontból határozottak legyenek és rúdjaik a csonkagúla lapjain helyezkedjenek el. Rácsosztásukra nézve is a [3] dolgozatban előadottak érvényesek.

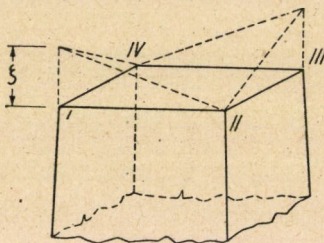
* Angol nyelven megjelent az Acta Technica 7 (1953) 465/475. lapján.

A rudak keresztmetszeti területei

Az egyes oldallapok rúdjaiknak keresztmetszeti területére nézve is kikötéseket teszünk. Megköveteljük, hogy az összes övrudak azonos F_c keresztmetszeti területűek legyenek, a fent a , illetve b szélességű oldallapok összes ferde rácsrúdjai pedig azonos F_A , és F_B keresztmetszeti területtel készüljenek. A véglapok síkjába eső — merevnek tekintett — rácsrudak keresztmetszeti területére nem teszünk kikötést, ellenben az a , és b oldalélel párhuzamos közbenső rácsrudaktól megköveteljük, hogy keresztmetszeti területük azonos F_a , és F_b legyen.

A véglapok elgörbülése általában

Mínt hogy a tárgyalt szerkezetek és terheik az oszlop tengelyére nézve szimmetrikusak, az alakváltozásoknak is az oszloptengelyre nézve szimmetri-



2. ábra. A felső véglap kigörbülése

kusan kell végbemenniök. Ezért egy-egy véglap egymással átellenes sarokpontjainak az alakváltozás során az oszloptengely irányában azonos elmozdulást kell végezniök. Így a véglapelgörbülés egyetlen egy adattal: két szomszédos sarokpont (például az I és II jelű pont) közt létrejövő ζ eltolódással kimerítően jellemezhető (2. ábra). Ezt a ζ eltolódásértéket akkor tekintjük pozitívnak, ha az a pozitív görbítő erők irányában megy végbe.

1. A felső véglap elgörbülése egységnyi nyomatékú csavaró erőpár hatására

Állapítsuk meg, minő $\bar{\zeta}^\circ$ elgörbülést okoz a szerkezet felső véglapján működő egységnyi nyomatékú csavaró erőpár (3/a. ábra).

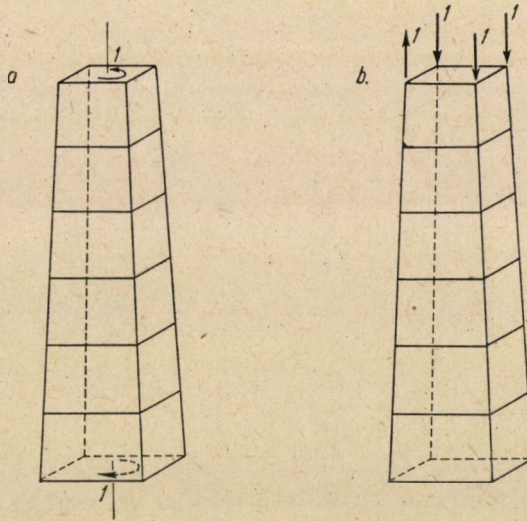
A $\bar{\zeta}^\circ$ elgörbülés meghatározásához munkaegyenletet írunk fel. Evégett a szerkezet felső véglapjára képzelt erőrendszerként egységnyi görbítő erőket rakunk fel (3/b. ábra) s megállapítjuk, hogy e képzeletbeli erőeknek mekkora \bar{S}

rúderők felelnek meg. A képzeletbeli külső erőknek a tényleges alakváltozás során végzett munkája

$$L_K = 2\bar{\zeta}^0,$$

a képzeletbeli belső erők munkája pedig

$$L_B = \sum \frac{S^0 \bar{S} s}{EF}$$



3. ábra. Az egységnyi nyomatékú csavaróerők és a felső véglapra felrakott képzeletbeli erők

Itt S^0 a csavaró erők okozta rúderőket, s a rúdhosszakat, E a rúdanyag rugalmassági tényezőjét, F pedig a rudak keresztmetszeti területét jelenti. A két munkaértéket egymással egyenlőségbe állítva, a

$$\bar{\zeta}^0 = \frac{1}{2} \sum \frac{S^0 \bar{S} s}{EF}$$

összefüggést kapjuk.

A fenti képletben előforduló S^0 és \bar{S} értékek a szerkezet rácsozásmódjától függenek. Értékük a [3] tanulmány I., illetve II. táblázatából vehető ki.

Például a_1 fajtájú rácskozás esetében az I., illetve II. táblázat első oszlopa szerint

$$\begin{aligned}
 S_{ak}^0 &= + \frac{at}{\mu^k}, & \bar{S}_{ak} &= - \frac{a(\mu-1)v}{c\mu^k}, \\
 S_{bk}^0 &= + \frac{bt}{\mu^k}, & \bar{S}_{bk} &= + \frac{b(\mu-1)v}{c\mu^k}, \\
 S_{Ak}^0 &= - \frac{At}{\mu^k}, & \bar{S}_{Ak} &= + \frac{A(\mu-1)v}{c\mu^k}, \\
 S_{Bk}^0 &= - \frac{Bt}{\mu^k}, & \bar{S}_{Bk} &= - \frac{B(\mu-1)v}{c\mu^k}, \\
 S_{Ik}^0 &= + \frac{ct}{\mu^k}, & \bar{S}_{Ik} &= - \frac{2v}{\mu^n} + \frac{(\mu+1)v}{\mu^k}, \\
 S_{IIk}^0 &= + \frac{ct}{\mu^k}, & \bar{S}_{IIk} &= + \frac{2v}{\mu^n} - \frac{(\mu+1)v}{\mu^k}, \\
 S_{IIIk}^0 &= S_{Ik}^0, & \bar{S}_{IIIk} &= \bar{S}_{Ik}, \\
 S_{IVk}^0 &= S_{IIk}^0, & \bar{S}_{IVk} &= \bar{S}_{IIk}.
 \end{aligned}$$

Az s rúdhosszak viszont a rácsosztás háromszögeinek hasonlósága alapján az oldal legrövidebb hasonló szerepű rúdjának hosszúságával a következőképp fejezhető ki:

$$\begin{aligned}
 a_k &= \mu^k a, & b_k &= \mu^k b, \\
 A_k &= \mu^{k-1} A, & B_k &= \mu^{k-1} B, & c_k &= \mu^{k-1} c.
 \end{aligned}$$

Ezen összefüggések figyelembevételével a_1 fajtájú rácsosztás esetében az említett munkaegyenlet ekként alakul:

$$\begin{aligned}
 \bar{\zeta}^0 &= \sum_{k=1}^{n-1} - \frac{at}{\mu^k} \cdot \frac{a(\mu-1)v}{c\mu^k} \cdot \frac{\mu^k a}{EF_a} + \\
 &+ \sum_{k=1}^{n-1} \frac{bt}{\mu^k} \cdot \frac{b(\mu-1)v}{c\mu^k} \cdot \frac{\mu^k b}{EF_b} + \\
 &+ \sum_{k=1}^n - \frac{At}{\mu^k} \cdot \frac{A(\mu-1)v}{c\mu^k} \cdot \frac{\mu^{k-1} A}{EF_A} + \\
 &+ \sum_{k=1}^n \frac{Bt}{\mu^k} \cdot \frac{B(\mu-1)v}{c\mu^k} \cdot \frac{\mu^{k-1} B}{EF_B}.
 \end{aligned}$$

Ebben az egyenletben azért nincsenek a véglapok síkjába eső rudakra vonatkozó tagok, mert e rudak merevek, tehát alakváltozási munkájuk zérus. Az öv-

rudakra vonatkozó tagok viszont azért hiányoznak az előbbi egyenletből, mert azok az összegezés során egymást párosával megsemmisítik. Az egyenletet rendezve

$$\bar{\zeta}_0 = \left(-\frac{a^3}{F_a} + \frac{b^3}{F_b} \right) \frac{(\mu - 1) t v}{Ec} \sum_{k=1}^{n-1} \mu^{-k} + \left(-\frac{A^3}{F_A} + \frac{B^3}{F_B} \right) \frac{(\mu - 1) t v}{Ec} \sum_{k=1}^n \mu^{-k-1}$$

Ámde

$$\sum_{k=1}^{n-1} \mu^{-k} = \frac{\mu^{n-1} - 1}{(\mu - 1) \mu^{n-1}}, \quad \sum_{k=1}^n \mu^{-k-1} = \frac{\mu^n - 1}{(\mu - 1) \mu^{n+1}},$$

s így egyenletünk a [3] tanulmány (1) és (2) összefüggéseinek figyelembevételével végül is ekként írható :

$$\bar{\zeta}_0 = \frac{1}{4E(\mu^n - 1) abc} \left[\left(-\frac{a^3}{F_a} + \frac{B^3}{F_B} \right) (\mu^n - \mu) + \left(-\frac{A^3}{F_A} + \frac{B^3}{F_B} \right) \frac{\mu^n - 1}{\mu} \right].$$

A fenti képlet levezetésekor a_1 fajtájú rácsozást tételeztünk fel. A számítást azonban ugyanígy megismételhetjük *bármily egyéb fajta rácsozás esetében is* Eredményét, az alant megmagyarázott egyszerűsítő jelölésekkel a következő közös képletbe foglalhatjuk :

$$\bar{\zeta}_0 = K_1 \left[\left(-\frac{a^3}{F_a} + \frac{b^3}{F_b} \right) m_1 + \left(-\frac{A^3}{F_A} + \frac{B^3}{F_B} \right) m_2 \right]. \tag{1}$$

E képletben a rácsozás módjától függetlenül

$$K_1 = \frac{\mu - 1}{4E(\mu^n - 1) abc}, \quad m_2 = \frac{\mu^n - 1}{\mu(\mu - 1)}. \tag{1b}$$

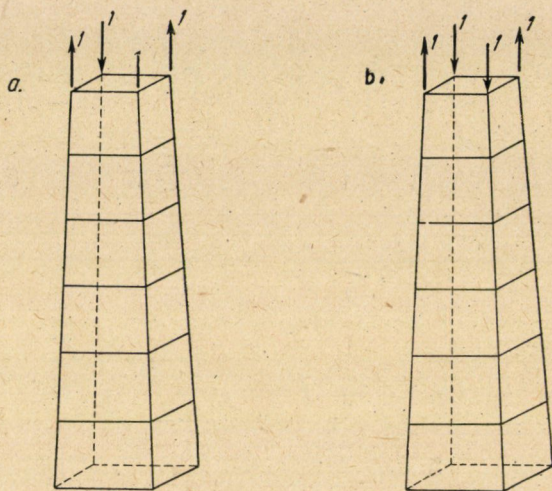
A képletben levő m_1 tényező értéke a szerkezet rácsozásmódjától függ, nevezetesen

$$a_1 \text{ és } b_1 \text{ fajtájú rácsozás esetében : } m_1 = \frac{\mu^n - \mu}{\mu - 1}; \tag{1c}$$

$$a_2, a_3, b_2, b_3 \text{ fajtájú rácsozás esetében : } m_1 = 0.$$

2. A felső véglap elgörbülése a felső véglapon működő egységnyi görbítő erők hatására

Határozzuk most meg, minő $\bar{\zeta}$ elgörbülés keletkezik a szerkezet felső véglapján, ha annak sarokpontjaira egységnyi görbítő erőket működtetünk (4/a. ábra). Most képzelt erőrendszerként magát a terhelő erőrendszert vezetjük be (4/b. ábra).



4. ábra. A felső véglapra működő egységnyi görbítő erők és a felső véglapra felrakott képzeletbeli erők

Ebben az esetben a terhelő erők és a képzeletbeli erők azonos rúderőket keltenek s így a keresett $\bar{\zeta}$ elgörbülést a

$$\bar{\zeta} = \frac{1}{2} \sum \frac{\bar{S} \bar{S}_s}{EF}$$

képletből számíthatjuk. A számítást magát ugyanúgy hajthatjuk végre, mint az előző esetben, s eredményét a következő képletbe foglalhatjuk:

$$\begin{aligned} \bar{\zeta} = & K_2 \left[\left(\frac{a^3}{F_a} + \frac{b^3}{F_b} \right) m_1 + \left(\frac{A^3}{F_A} + \frac{B^3}{F_B} \right) m_2 + \right. \\ & \left. + K_3 \left[\frac{1}{\mu^{n-1}} m_2 - \frac{\mu + 1}{\mu} n + m_2 m_3 \right] \right]. \end{aligned}$$

Itt

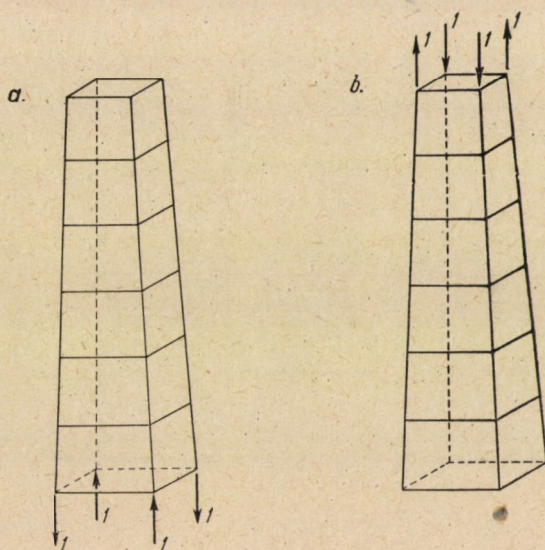
$$K_2 = \frac{(\mu - 1)^2 \mu^n}{4E (\mu^n - 1)^2 c^2}, \quad (2a)$$

$$K_3 = \frac{2\mu^n c}{E (\mu^n - 1)^2 F_c}. \quad (2b)$$

A képletben levő m_3 tényező a rácsozás módjától függ, értéke

$$a_1, a_2 \text{ és } a_3 \text{ fajtájú rácsozás esetében: } m_3 = \left(\frac{\mu + 1}{2}\right)^2; \quad (2c)$$

$$b_1, b_2 \text{ és } b_3 \text{ fajtájú rácsozás esetében: } m_3 = \frac{\mu^2 + 1}{2}.$$



5. ábra. Az alsó véglapra működő egységnyi görbítő erők és a felső véglapra felrakott képzeletbeli erők

3. A felső véglap elgörbülése az alsó véglapra működő egységnyi görbítő erők hatására

Ebben az esetben a terhelő erőrendszert az 5/a. ábra, a felső véglapon előidézett $\bar{\xi}$ elgörbülés meghatározására bevezetett képzeletbeli erőrendszert pedig az 5/b. ábra szemlélteti.

Ha a terhelő erőkkel, illetve a képzeletbeli erőkkel előidézett rúderőket \underline{S} , és \bar{S} betűvel jelöljük, a keresett $\bar{\zeta}$ elgörbülést a

$$\bar{\zeta} = \frac{1}{2} \sum \frac{S \bar{S} s}{EF}.$$

képletből számíthatjuk. A számítás eredménye:

$$\begin{aligned} \bar{\zeta} = & K_2 \left[- \left(\frac{a^3}{F_a} + \frac{b^3}{F_b} \right) m_1 - \left(\frac{A^3}{F_A} + \frac{B^3}{F_B} \right) m_2 \right] + \\ & + K_3 \left[- \mu m_2 + \frac{(\mu + 1)(\mu^n + 1)}{2\mu} n - m_2 m_3 \right]. \end{aligned} \quad (3)$$

4. Az alsó véglap elgörbülése egységnyi nyomatékú csavaró erőpár hatására

Ezt a ζ^0 elgörbülést ugyanúgy határozhatjuk meg, mint 1. alatt, csak képzelt erőrendszerként az alsó véglapra működő egységnyi görbítő erőket kell alkalmaznunk. A számítás eredményeként az (1) alatt kimutatott elgörbülés ellentettjét kapjuk:

$$\zeta^0 = K_1 \left[\left(\frac{a^3}{F_a} - \frac{b^3}{F_b} \right) m_1 + \left(\frac{A^3}{F_A} - \frac{B^3}{F_B} \right) m_2 \right]. \quad (4)$$

5. Az alsó véglap elgörbülése a felső véglapon működő egységnyi görbítő erők hatására

A jelen esetben bekövetkező $\bar{\zeta}$ elgörbülés a Maxwell-féle tétel szerint a 2. alatt bemutatott elgörbüléssel egyezik:

$$\begin{aligned} \bar{\zeta} = & K_2 \left[- \left(\frac{a^3}{F_a} + \frac{b^3}{F_b} \right) m_1 - \left(\frac{A^3}{F_A} + \frac{B^3}{F_B} \right) m_2 \right] + \\ & + K_3 \left[- \mu m_2 + \frac{(\mu + 1)(\mu^n + 1)}{2\mu} n - m_2 m_3 \right]. \end{aligned} \quad (5)$$

6. Az alsó véglap elgörbülése az alsó véglapon működő egységnyi görbítő erők hatására

Ebben az esetben a keresett $\underline{\zeta}$ elgörbülésre a következő képletet kapjuk

$$\begin{aligned} \underline{\zeta} = & K_2 \left[\left(\frac{a^3}{F_a} + \frac{b^3}{F_b} \right) m_1 + \left(\frac{A^3}{F_A} + \frac{B^3}{F_B} \right) m_2 \right] + \\ & + K_3 \left[\left(\mu^{n+1} m_2 - \frac{\mu + 1}{\mu} \mu^n n + m_2 m_3 \right) \right]. \end{aligned} \quad (6)$$

A $\mu = 1$ határeset

A csonka gúla alakú rácsos szerkezetre levezetett képletek természetesen a $\mu = 1$ határesetben, tehát hasáb alakú rácsos szerkezetekre is érvényesek. Ebben a különleges esetben a felső véglap elgörbülésére vonatkozó képletek a $\mu \rightarrow 1$ határátmenet elvégzése után a következő egyszerűbb alakot öltik:

$$\bar{\zeta}^0 = \frac{1}{4E abnc} \left[(n-1) \cdot \left(-\frac{a^2}{F_a} + \frac{b^3}{F_b} \right) + n \left(-\frac{A^3}{F_A} + \frac{B^3}{F_B} \right) \right], \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \bar{\zeta} = & \frac{1}{4E n^2 c^2} \left[(n-1) \cdot \left(\frac{a^3}{F_a} + \frac{b^3}{F_b} \right) + n \left(\frac{A^3}{F_A} + \frac{B^3}{F_B} \right) + \right. \\ & \left. + N \left(\frac{c^3}{F_c} + \frac{c^3}{F_c} \right) \right], \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \bar{\zeta} = & \frac{1}{4E n^2 c^2} \left[(n-1) \cdot \left(-\frac{a^3}{F_a} - \frac{b^3}{F_b} \right) + n \left(-\frac{A^3}{F_A} - \frac{B^3}{F_B} \right) + \right. \\ & \left. + N' \left(-\frac{c^3}{F_c} - \frac{c^3}{F_c} \right) \right]. \end{aligned} \quad (13)$$

Itt az N és N' tényező jelentése a_1, a_2, a_3 fajtájú rácsozás esetében

$$N = \frac{n(4n^2 - 1)}{4}, \quad N' = \frac{n(2n^2 + 1)}{3},$$

b_1, b_2, b_3 fajtájú rácsozás esetében pedig

$$N = \frac{2n(2n^2 + 1)}{3}, \quad N' = \frac{2n(n^2 - 1)}{3}.$$

Hasonlóképp egyszerűbb alakban jelentkeznek az *alsó véglap elgörbülésére* vonatkozó képletek is, nevezetesen

$$\bar{\zeta}^0 = \frac{1}{4E abnc} \left[(n-1) \cdot \left(\frac{a^3}{F_a} - \frac{b^3}{F_b} \right) + n \left(\frac{A^3}{F_A} - \frac{B^3}{F_B} \right) \right], \quad (14)$$

$$\bar{\zeta} = \frac{1}{4E n^2 c^2} \left[(n-1) \cdot \left(-\frac{a^3}{F_a} - \frac{b^3}{F_b} \right) + n \left(-\frac{A^3}{F_A} - \frac{B^3}{F_B} \right) + N' \left(-\frac{c^3}{F_c} - \frac{c^3}{F_c} \right) \right], \quad (15)$$

$$\bar{\zeta} = -\frac{1}{4E n^2 c^2} \left[(n-1) \cdot \left(\frac{a^3}{F_a} - \frac{b^3}{F_b} \right) + n \left(\frac{A^3}{F_A} + \frac{B^3}{F_B} \right) + N \left(\frac{c^3}{F_c} + \frac{c^3}{F_c} \right) \right]. \quad (16)$$

IRODALOM

1. CSONKA PÁL: Merev végű, rácsos vezetékoszlopok méretezése csavarásra. *Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei* 8 (1953), pp. 585—593.
2. CSONKA PÁL: Szabadvégű, rácsos vezetékoszlop méretezése csavarásra. *Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei* 9 (1953), pp. 257—267.
3. CSONKA PÁL: Csonkagúla alakú rácsos szerkezetek rúderői. *Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei* 17 (1955), pp. 249—258.

Összefoglalás

Jelen dolgozat csonkagúla alakú térbeli rácsos szerkezetek véglapjainak elgörbülését állapítja meg, de csak tiszta csavarás esetére, valamint arra az esetre, melyben a szerkezet egyik vagy másik véglapjára a csonkagúla tengelyével párhuzamos azonos nagyságú, de felváltva ellentett irányú erők működnek.

A számítások során szerző a véglapok síkjába eső rudakat merevekknek tekinti, a véglapok elgörbülését pedig azzal az eltolódással jellemzi, mely két szomszédos sarokpontnak a gúla tengelyirányában végbemenő eltolódása közt jelentkezik. Tiszta csavarás esetében az így értelmezett elgörbülés mindkét véglapon azonos értékűre adódik.

A tanulmányban közölt képletek módot nyújtanak hasáb alakú rácsos szerkezetek esetében is a véglapok elgörbülésének meghatározására.

KERESZTKÖTÉSEKEL MEREVÍTETT CSONKAGÚLA ALAKÚ RÁCSOS VEZETÉKOSZLOPOK CSAVARÁSA*

CSONKA PÁL

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA
BUDAPESTI ÉPÍTŐIPARI MŰSZAKI EGYETEM SZILÁRDSÁGTANI TANSZÉKE

[Beérkezett 1953. április 27-én]

I. Bevezetés

E folyóirat két korábbi tanulmányában [1], [2] derékszögű négyszöghasáb-alakú, rácsos kivitelű oly vezetékoszlopok csavarásával foglalkoztunk, melyeknek nem volt közbenső keresztkötésük. Két másik dolgozatban viszont [3], [4] vízszintes keresztkötés nélküli, csonkagúla alakú rácsos szerkezetek rúderőinek és véglap elgörbüléseinek meghatározását tanulmányoztuk.

Most derékszögű négyszögkeresztmetszetű csonkagúla szerint alakított oly vezetékoszlopok csavarását tárgyaljuk, amelyeknek az oszlop tetején alkalmazott keresztkötésen kívül esetleg közbenső szinteken is vannak keresztkötéseik (1. ábra). A tárgyalás azt az esetet is felöleli, melyben a keresztkötések síkjával egymástól elhatárolt oszloprészek — az egyes *oszlopszakaszok* — különböző sudarasodásúak. Az ilyen oszlopok oldalélei törtvonal alakúak.

A kitűzött feladat, mint különleges esetet, magában foglalja az [1] és — merev keresztkötés esetében — a [2] alatt tárgyalt eseteket is. Az itt ismeretetésre kerülő eljárás tehát az említett különleges feladatok megoldására is felhasználható.

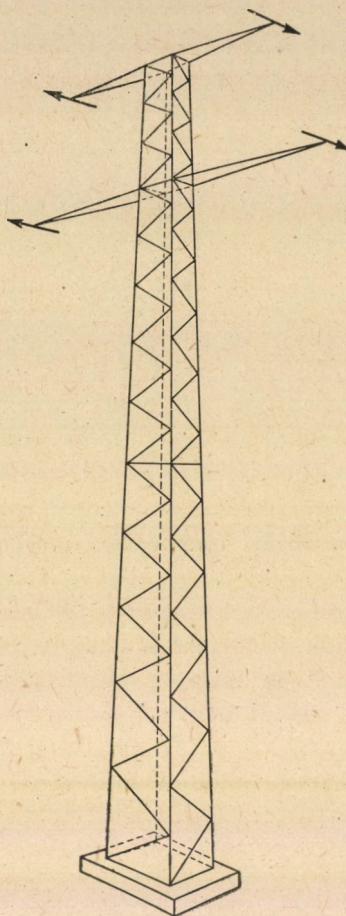
2. Feltevések, kikötések

Tárgyalásainkban feltesszük, hogy az oszlop alsó vége *merev* talptömbhöz csatlakozik, az alkalmazott keresztkötések pedig saját síkjukban ható erőkkel szemben *merevek*.

Az egyes oszlopszakaszok rácsolás módjára, illetve rúdjaik keresztmetszeti területére nézve a [3], és [4] alatt felsorolt kikötéseket fenntartjuk, de az ott feltételezett egyszeres rácsolású (egy átlós) keresztkötések helyett kétszeres rácsolású (két átlós) keresztkötéseket is megengedünk. Az alkalmazott rácsolási mód, valamint a választott rúdszelvények oszlopszakaszonként különbözőek lehetnek.

* Angol nyelven megjelent az Acta Technica 8 (1954) 25/36. lapjain.

Az oszlopra külső terhelésként a keresztkötések síkjában működő csavaró erőket tételezünk fel. Egyéb külső terhelést nem veszünk számításba.



1. ábra. Keresztkötésekkel merevített csonkagúla alakú rácsos vezetékoszlop

3. Jelölések

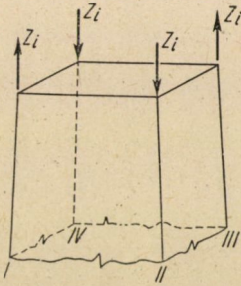
Az egyes oszlopszakaszokon belül a [3] és [4] alatt bevezetett jelöléseket alkalmazzuk. Az oszlopszakaszokat felülről lefelé 1-től r -ig terjedő sorszámmal különböztetjük meg egymástól.

4. A kapcsolati erők

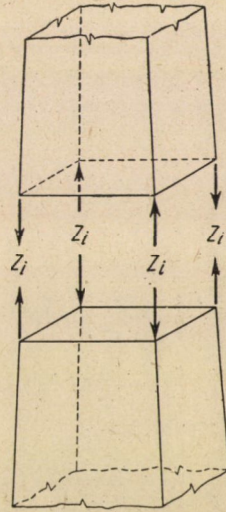
Kitűzött feladatunk sztatikai szempontból határozatlan. Megoldására erőmódszert alkalmazunk, mégpedig a folytatólagos többtámaszú tartók elméletéből ismert számítási eljárást használjuk.

A megoldás első lépéseként a vizsgálandó oszlopot a keresztkötések magasságában, valamint a talptömbhöz való csatlakozás helyén az oszlop-tengelyre merőleges metszősíkokkal r számú önálló oszlopszakaszra osztjuk. Az egyes oszlopszakaszokat a metszéslapok mentén egyszeres vagy kétszeres rácsozású (egy vagy két átlós) merev keresztkötésekkel határoljuk le.

Célunk természetesen, hogy az egyes önállósított oszlopszakaszok a szomszédos oszlopszakaszoktól való elkülönítés ellenére ugyanolyan állapotban maradjanak, amint az elmetzés előtt voltak. Evégett azokat a belső erőket, melyek az egyes oszlopszakaszok véglapjaira az elmetzés előtt működtek, megfelelő *kapcsolati erők* felrakásával pótoljuk.



2. ábra. Az i -edik oszlopszakasz felső véglapjára működő függélyes kapcsolati erők



3. ábra. A Z_i kapcsolati erők az i -edik és $i + 1$ -edik oszlopszakasz közös véglapján

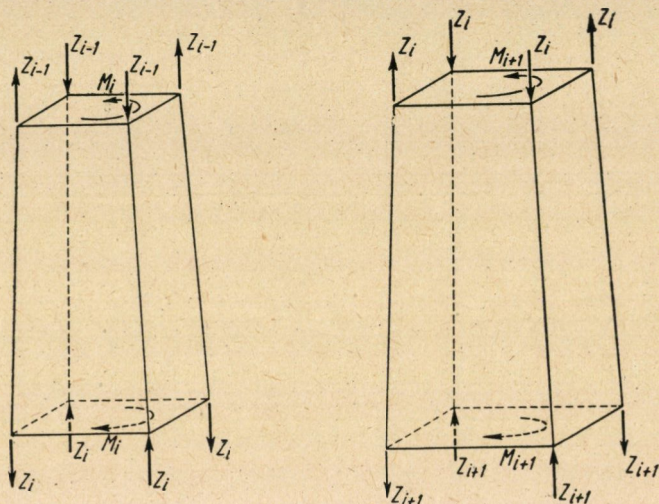
Bármely oszlopszakasz felső véglapján a kapcsolati erők eredőjének az illető véglap feletti oszloprészre működő csavaró erők eredőjével, az M_i csavaró erőpárral kell egyeznie. Ebből következik, hogy egy-egy véglapon a kapcsolati erők függélyes alkotóinak vektorösszege zérus tartozik lenni. Ezen kívül az egymással átellenes sarokpontokra működő függőleges erőalkotóknak szimmetria okokból azonos nagyságúaknak és irányúaknak is kell lenniök. Ez a két feltétel egyidejűen azonban csak akkor teljesíthető, ha egy-egy véglap négy sarokpontjára működő négy függőleges erőalkotó nagyságra azonos, de az egymással szomszédos sarokpontokban az erők felváltva felfelé, illetve lefelé irányulók (2. ábra).

Az egymással szomszédos oszlopszakaszok egymáshoz csatlakozó véglapjain az összetartozó sarokpontokra működő függélyes kapcsolati erők természetesen egymás ellentettjei (3. ábra). Minthogy így a kapcsolati erők víz-

szintes alkotóinak eredője egyensúlyi megfontolással azonnal meghatározható. Átmetszésenként tulajdonképp csak egyetlenegy Z_i kapcsolati erőérték ismeretlen. Ha tehát r önállóított oszlopszakaszunk van, akkor az ismeretlen kapcsolati erők száma is r .

5. A kapcsolati egyenletek

Az ismeretlen Z_i kapcsolati erőket az egymással szomszédos oszlopszakaszok összeilleszthetőségét kifejező *kapcsolati egyenletekből* határozhatjuk



4. ábra. Az i -edik és $i + 1$ -edik oszlopszakaszra ható erők

meg. Ezek felírásához az egymással határos i -edik és $i + 1$ -edik oszlopszakaszok esetében a 4. ábrával magyarázott betűjelzést vezetjük be. Ezek szerint az i -edik oszlopszakaszon a csavaró nyomatékot M_i betűvel, a felső és alsó véglapra ható függélyes kapcsolati erőket pedig Z_{i-1} , és Z_i betűvel jelöljük. Az $i + 1$ -edik oszlopszakaszon a megfelelő erőhatások betűjelei: M_{i+1} , Z_i , Z_{i+1} . Mindezeket az erőhatásokat az ábrán feltüntetett értelemben tekintjük pozitívoknak.

Az i -edik oszlopszakasz alsó véglapjának az M_i , Z_{i-1} és Z_i erőhatások előidézte z_i elgörbülése a [4] alatt levezetett képletek segítségével azonnal megadható. Ha u_i azt az elgörbülést, amit az egységnyi nyomatékú csavarónyomaték, valamint a felső, illetve az alsó véglapra működő egységnyi görbítő erők az alsó véglapra okoznak, rendre $\underline{\zeta}_i^0$, $\bar{\zeta}_i$, $\underline{\zeta}_i$ betűvel jelöljük, a keresett z_i elgörbülést így számíthatjuk:

$$z_i = \underline{\zeta}_i^0 M_i + \bar{\zeta}_i Z_{i-1} + \underline{\zeta}_i Z_i. \quad (1)$$

Az itteni $\underline{\zeta}_i^0$, $\bar{\zeta}_i$, illetve $\underline{\zeta}_i$ elgörbüléseket a [4] tanulmány (4), (5) és (6) képleteivel állapíthatjuk meg, mégpedig oly módon, hogy a képletekben előforduló a, b, c stb. értékek helyébe az i -edik oszlopszakasz megfelelő értékeit helyettesítjük be.

Hasonlóképp határozhatjuk meg az $i + 1$ -edik oszlopszakasz *felső véglapján* létrejövő \bar{z}_{i+1} elgörbülést is. Ha t_i az egységnyi forgató nyomatékú csavaró erőpár előidézte felső véglap elgörbülést $\bar{\zeta}_{i+1}^0$ betűvel, a felső, illetve alsó véglapra működő egységnyi görbítő erők okozta felső véglap elgörbülést pedig $\bar{\zeta}_{i+1}$, $\underline{\zeta}_{i+1}$ betűjellel jelöljük, akkor

$$\bar{z}_{i+1} = \bar{\zeta}_{i+1}^0 M_{i+1} + \bar{\zeta}_{i+1} Z_i + \underline{\zeta}_{i+1} Z_{i+1}. \quad (2)$$

E képletben előforduló $\bar{\zeta}_{i+1}^0$, $\bar{\zeta}_{i+1}$, $\underline{\zeta}_{i+1}$ elgörbüléseket a [4] tanulmány (1), (2), (3) képleteivel határozhatjuk meg, csak most a képletekben levő a, b, c stb. értékek helyébe az $i + 1$ -edik oszlopszakaszra vonatkozó értékeket kell berakni.

Az i -edik és $i + 1$ -edik oszlopszakaszoknak természetesen hézagmentesen kell egymáshoz illeszkedniök. Ezt a feltételt az elgörbülésekre adott előjel-szabályunkra való tekintettel a

$$z_i + \bar{z}_{i+1} = 0$$

kapcsolati egyenlettel fejezhetjük ki. Ha ebbe az (1) és (2) alatt talált értékeket behelyettesítjük s az egyenletet rendezzük, az i -edik és $i + 1$ -edik oszlopszakaszok összeilleszthetőségi feltételét így írhatjuk:

$$\bar{\zeta}_i Z_{i-1} + (\underline{\zeta}_i + \bar{\zeta}_{i+1}) Z_i + \underline{\zeta}_{i+1} Z_{i+1} = -\underline{\zeta}_i^0 M_i - \bar{\zeta}_{i+1}^0 M_{i+1}. \quad (3)$$

Fenti egyenlet, mint látható, ugyanolyan szerkezetű, mint a folytatatólagos többtámaszú tartók elméletéből ismert ún. Clapeyron-féle egyenlet.

Hasonló kapcsolati egyenletet írhatunk fel a többi egymással szomszédos oszlopszakasz illeszkedési lapjára, valamint a legalsó r -edik oszlopszakasznak a *talptömbhöz* való csatlakozására is. Az utóbbi esetben a kapcsolati egyenlet alakja:

$$\bar{\zeta}_r Z_{r-1} + \underline{\zeta}_r Z_r = -\underline{\zeta}_r^0 M_r. \quad (4)$$

Az ily módon rendelkezésünkre álló összesen r kapcsolati egyenletben összesen r ismeretlen van:

$$Z_1, Z_2, \dots, Z_r,$$

Ha ezeket a kapcsolati egyenletekből meghatározzuk, feladatunkat lényegében megoldottuk.

6. A rúderök

A Z_1, Z_2, \dots, Z_r értékeket ismervén, a rudakban keletkező rúderőket a [3] tanulmány táblázataival számíthatjuk ki. A számítás például az i -edik oszlopszakasz esetében a következő utasítás szerint történhetik:

$$S = S^\circ M_i + \bar{S} Z_{i-1} + \underline{S} Z_i. \quad (5)$$

Az itteni $S^\circ, \bar{S}, \underline{S}$ értékek a [3] tanulmány I, II és III-jelű táblázatainak segítségével határozhatók meg. Természetesen a táblázatokban levő a, b, c stb. értékek helyébe most az i -edik oszlopszakaszra vonatkozó a, b, c stb. értékeket kell behelyettesítenünk.

7. Számpélda

Alkalmazzuk az előzőekben ismertetett eljárást az 5. ábrán feltüntetett kétféle (I, illetve II. elrendezésű) rácsos vezetékoszlopra. Álljon mindkét oszlop három oszlopszakaszból s működjék a csavaró erőpár a felső két oszlopszakasz találkozási síkjában. Nyomatéka legyen: 3600 mkg.

A szóban forgó oszlopok mindhárom szakasza azonos sudarasodású, tehát az oszlopélek egyenes vonalúak. A rácsosztás mindenütt a_3 fajtájú, arányossági tényezője végig azonos: $\mu = 1,04$. Az egyes oszlopszakaszok geometriai adatai

az 1. oszlopszakaszon:

$$\begin{array}{lll} a = 0,600 \text{ m} & b = 0,400 \text{ m} & h = 2,245 \text{ m} \\ A = 0,699 \text{ m} & B = 0,530 \text{ m} & c = 0,339 \text{ m} \\ F_A = 4,80 \text{ cm}^2 & F_B = 4,80 \text{ cm}^2 & F_c = 6,91 \text{ cm}^2 \end{array}$$

a 2. oszlopszakaszon:

$$\begin{array}{lll} a = 0,759 \text{ m} & b = 0,506 \text{ m} & h = 5,143 \text{ m} \\ A = 0,885 \text{ m} & B = 0,671 \text{ m} & c = 0,429 \text{ m} \\ F_A = 4,80 \text{ cm}^2 & F_B = 4,80 \text{ cm}^2 & F_c = 6,91 \text{ cm}^2 \end{array}$$

a 3. oszlopszakaszon:

$$\begin{array}{lll} a = 1,124 \text{ m} & b = 0,749 \text{ m} & h = 7,612 \text{ m} \\ A = 1,310 \text{ m} & B = 0,993 \text{ m} & c = 0,635 \text{ m} \\ F_A = 6,91 \text{ cm}^2 & F_B = 6,91 \text{ cm}^2 & F_c = 10,10 \text{ cm}^2 \end{array}$$

A számítás előkészítő lépéseként állapítsuk meg mindhárom oszlopszakaszon az egységnyi erőhatások okozta véglapelgörbüléseket.

Vegyük először az 1. (legfelső oszlopszakaszt szemügyre. Ezen az oszlopszakaszon $E = 1$ értékkel számítva

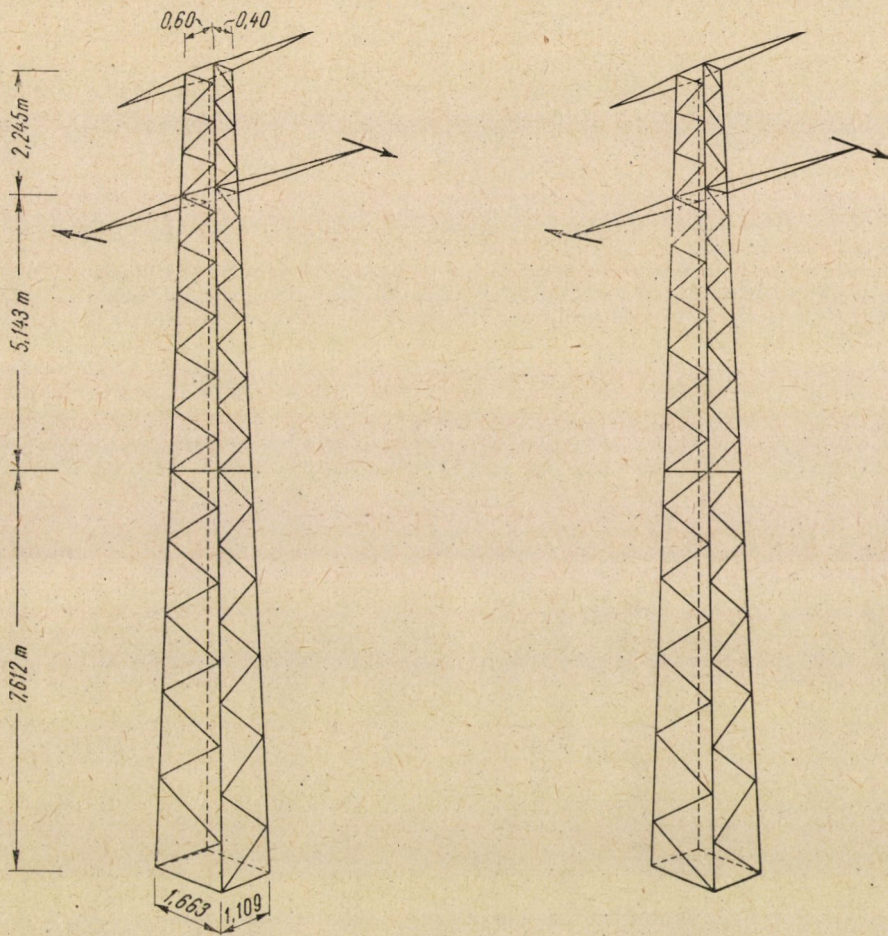
$$m_1 = 0, \quad m_2 = \frac{1,04^6 - 1}{1,04(1,04 - 1)} = 6,378, \quad m_3 = \left(\frac{1,04 + 1}{2} \right)^2 = 1,0404,$$

illetve

$$K_1 = \frac{1,04 - 1}{4 \cdot 1 \cdot (1,04^6 - 1) \cdot 0,60 \cdot 0,40 \cdot 0,339} = 0,4635,$$

$$K_2 = \frac{(1,04 - 1)^2 \cdot 1,04^6}{4 \cdot 1 \cdot (1,04^6 - 1)^2 \cdot 0,339^2} = 0,0626,$$

$$K_3 = \frac{2 \cdot 1,04^6 \cdot 0,339}{1 \cdot (1,04 - 1)^2 \cdot 6,91} = 1,7627,$$



I. elrendezés

5. ábra.

II. elrendezés

s így a [4] tanulmány (6) képlete szerint az alsó véglap elgörbülése az ott működő egységnyi görbítő erők hatására :

$$\begin{aligned} \underline{\underline{\zeta_1}} &= 0,0626 \left[\left(\frac{0,699^3}{4,80} + \frac{0,530^3}{4,80} \right) \cdot 6,378 \right] + \\ &+ 1,7627 \left[1,047 \cdot 6,378 - \frac{1,04 + 1}{1,04} \cdot 1,04^6 \cdot 6 + 6,378 \cdot 1,0404 \right] = 0,2815. \end{aligned}$$

Hasonlóképp végezve a számítást a 2. (középső) oszlopszakaszra is, azt találjuk, hogy az egységnyi erőhatások előidézte elgörbülések

$$\begin{aligned} \underline{\underline{\zeta_2^0}} &= + 0,1189, & \bar{\zeta_2^0} &= - 0,1189, \\ \bar{\zeta_2} &= + 0,2123, & \underline{\underline{\zeta_2}} &= + 0,4366, \\ \underline{\underline{\zeta_2}} &= + 0,6285, & \bar{\zeta_2} &= + 0,2123, \end{aligned}$$

Végül a 3. (alsó) oszlopszakasz esetében

$$\begin{aligned}\underline{\zeta}_3^0 &= \pm 0,0825, & \overline{\zeta}_3^0 &= \mp 0,0826, \\ \underline{\zeta}_3 &= \pm 0,2145, & \overline{\zeta}_3 &= \pm 0,4427, \\ \underline{\underline{\zeta}}_3 &= \pm 0,6370, & \overline{\underline{\zeta}}_3 &= \pm 0,2145.\end{aligned}$$

Itt a kettős előjelek közül a felsők az I elrendezés szerinti, az alsók a II elrendezés szerinti oszlopra vonatkoznak.

Ha a függélyes kapcsolati erőket az 1. és 2. oszlopszakasz találkozási lapján Z_1 betűvel, a második és harmadik oszlopszakasz közös véglapján Z_2 betűvel, a talptömbhöz való csatlakozás helyén pedig Z_3 betűvel jelöljük, a kapcsolati egyenletek ekként írhatók:

$$\begin{aligned}(\underline{\zeta}_1 + \overline{\zeta}_2)Z_1 + \overline{\zeta}_2 Z_2 &= -\overline{\zeta}_2^y M_2 \\ \overline{\zeta}_2 Z_1 + (\underline{\zeta}_2 + \overline{\zeta}_3)Z_2 + \overline{\zeta}_3 Z_3 &= -\underline{\zeta}_2^0 M_2 - \overline{\zeta}_3^0 M_3 \\ \overline{\zeta}_3 Z_2 + \underline{\underline{\zeta}}_3 Z_3 &= -\underline{\underline{\zeta}}_2^0 M_3\end{aligned}$$

Ha ide a ζ értékek helyébe a fent megadott értékeket behelyettesítjük, s az így kapott

$$\begin{aligned}(0,2815 + 0,4366)Z_1 + 0,2123 Z_2 &= -(-0,1189) \cdot 3600 \\ 0,2123 Z_1 + (0,6285 \pm 0,4427) Z_2 \pm 0,2145 Z_3 &= -(0,1189 \mp 0,0826) \cdot 3600 \\ \pm 0,02145 Z_2 \pm 0,6370 Z_3 &= -(\pm 0,0826) \cdot 3600\end{aligned}$$

egyenleteket Z_1, Z_2, Z_3 -ra megoldjuk, azt találjuk, hogy

az I elrendezésben	a II elrendezésben:
$Z_1 = + 646 \text{ kg}$	$Z_1 = + 2037 \text{ kg,}$
$Z_2 = - 168 \text{ kg}$	$Z_2 = - 4874 \text{ kg,}$
$Z_3 = - 410 \text{ kg}$	$Z_3 = + 1175 \text{ kg.}$

Ismervén a kapcsolati erőket, a rúderőket az (5) képlettel már számíthatjuk. E képlet szerint az i -edik oszlopszakasz legfelső övrúdjaiban a rúderő értéke:

$$\begin{aligned}S_{I1} &= \frac{ct}{\mu} M_i + \left[-\frac{2v}{\mu^n} + \frac{(\mu+1)v}{\mu} \right] Z_{i-1} + \left[2v - \frac{(\mu+1)v}{\mu} \right] Z_i, \\ S_{II1} &= \frac{ct}{\mu} M_i - \left[-\frac{2v}{\mu^n} + \frac{(\mu+1)v}{\mu} \right] Z_{i-1} - \left[2v - \frac{(\mu+1)v}{\mu} \right] Z_i,\end{aligned}$$

az i -edik oszlopszakasz legfelső ferde rácsrúdjaiban pedig:

$$\begin{aligned}S_{A1} &= -\frac{At}{\mu} M_i + \frac{A(\mu-1)v}{c\mu} Z_{i-1} - \frac{A(\mu-1)v}{c\mu} Z_i, \\ S_{B1} &= -\frac{Bt}{\mu} M_i - \frac{B(\mu-1)v}{c\mu} Z_{i-1} + \frac{B(\mu-1)v}{c\mu} Z_i.\end{aligned}$$

A kijelölt számítást elvégezve, eredményét az I. táblázatba foglalhatjuk.

A táblázatból nyilvánvaló, hogy az I. elrendezés esetében a szabályzat szerint számított rúderő értékek alig térnek el a jelen tanulmány szerinti értékektől. Más a helyzet azonban a II. elrendezés esetében. Ekkor a kétféle eljárás szerint számított értékek közt jelentős különbség mutatkozik.

Az eltérés oka egyszerűen magyarázható. Az I. elrendezésben ugyanis a 2. és 3. oszlopszakaszok közös véglapja azonos irányban görbül el, tehát az összeilleszthetőség biztosítására alig van szükség kapcsolati erőkre. Ezzel szemben a II. elrendezés esetében a második és harmadik oszlopszakaszok közös véglapjai ellentett értelemben görbülnek meg s így összeilleszthetőségük biztosításához jelentős Z_i erők szükségesek.

A fentiekből az a tanulság szűrhető le, hogy olyankor, midőn az oszlop rácsozásmódja az oszlop teljes magasságában azonos fajtájú és azonos rendszerű, a csavarás okozta rúderők számítására a szabályzati képlet használható. Ha ellenben az oszlop rácsozásmódja oszlopszakaszonként változó, vagy ellentétes rendszerű, a szabályzat szerint megengedett egyszerű számítási eljárás helyett pontosabb számításmódhoz, például az itt ismeretett eljárásához kell folyamodnunk.

I. táblázat
A rúderők értéke kg-ban

Az oszlopszakasz jele	A rúd jele	Az I. elrendezés esetében		A II. elrendezés esetében	
		a szabályzat szerint	jelen cikk szerint	a szabályzat szerint	jelen cikk szerint
1.	SA_1	0	- 122	0	- 386
	SB_1	0	+ 93	0	+ 293
	SI_1	0	+ 59	0	+ 187
	SII_1	0	- 59	0	- 187
2.	SA_1	- 3986	- 3887	- 3986	- 3140
	SB_1	- 3022	- 3098	- 3022	- 3664
	SI_1	+ 1931	+ 2529	+ 1931	+ 3560
	SII_1	+ 1931	+ 1333	+ 1931	+ 302
3.	SA_1	- 2693	- 2664	+ 2693	+ 3434
	SB_1	- 2042	- 2064	+ 2042	+ 1480
	SI_1	+ 1305	+ 1123	- 1305	+ 3215
	SII_1	+ 1305	+ 1487	- 1305	- 5825

IRODALOM

1. CSONKA PÁL: Merevvégű, rácsos vezetékoszlopok méretezése csavarásra. *Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei* 8 (1953), pp. 585—593.
2. CSONKA PÁL: Szabadvégű, rácsos vezetékoszlopok méretezése csavarásra. *Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei* 9 (1953), pp. 257—267.
3. CSONKA PÁL: Csonkagúla alakú, rácsos szerkezetek rúderői. *Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei* 17 (1955), pp. 249—258.
4. CSONKA PÁL: Csonkagúla alakú, rácsos szerkezetek alakváltozása. *Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei* 17 (1955), pp. 259—268.
5. BARTA J.: Über die Berechnung von rechteckigen Gittermestern auf Verdrehen. *Acta Technica* 4 (1952), pp. 265—272. Ugyanott részletes irodalmi összeállítás.

Összefoglalás

A tanulmány derékszögű, négyszögkeresztmetszetű csonkagúla szerint alakított rácsos kivitelű vezetékoszlopok csavarásával foglalkozik. Felteszi, hogy az oszlop alsó vége merev talphoz csatlakozik és felső végén — esetleg közbenső szinteken is — oly keresztkötéssel készül, mely saját síkjában működő erőhatásokkal szemben merev. Az egyes keresztkötések közötti oszloprészek — *oszlopszakaszok* — különböző sudarasodásúak lehetnek.

A tanulmány szorosan kapcsolódik szerzőnek ugyanitt megjelent két korábbi tanulmányához [3], [4], melyek csonkagúla alakú keresztkötés nélküli rácsos szerkezetek rúderőinek meghatározásával és a véglapok elgörbülésének kérdésével foglalkoznak. Az ott megállapított eredmények birtokában a feladatot erőmódszerrel oldja meg. A keresztkötésekkel határolt egyes oszlopszakaszokat a szomszédos részekről elmetszi és statikai szempontból határozatlan mennyiségekként a véglapokra merőleges kapcsolati erőket vezet be. E kapcsolati erők meghatározására a többszámú folytatólagos tartók elméletéből ismert Clapeyron-féle egyenletekhez hasonló alakú illeszkedési egyenleteket ír fel.

A dolgozat végül az ismertetett eljárást két számpéldára alkalmazza. Ezekből kitűnik, hogy amikor az oszlop rácozasmódja az oszlop teljes hosszán azonos fajtájú, és azonos rendszerű, a csavarás okozta rúderők — lényegtelen hibával — a szabályzatban közölt egyszerű képlettel számíthatók. Ha ellenben az oszlop rácozasmódja oszlopszakaszonként változó, főleg, ha a szomszédos oszlopszakaszokon a rácozás egymással ellentétes rendszerű, a szabályzati képletek helyett pontosabb számítói eljárás alkalmazása indokolt.

A VAS—OXIGÉN-RENDSZER EGYENSÚLYI VISZONYAI

HORVÁTH ZOLTÁN

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA
NEHÉZIPARI MŰSZAKI EGYETEM, FÉMKOHÁSZATTANI TANSZÉK, MISKOLC

[Beérkezett 1954. augusztus 17-én]

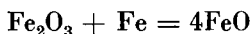
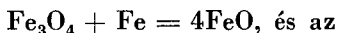
A vas—oxigén-rendszer egyensúlyi diagramját az 1. ábra mutatja. Ebből látjuk, hogy a vas és az oxigén egymással három vegyületet (FeO , Fe_3O_4 és Fe_2O_3) alkot. A szomszédos fázisok korlátozott mértékben oldódnak egymásban. A legnagyobb oldhatóság az FeO és Fe_3O_4 (magnetit) között van. Ezt az oldatot wüstitnek (ε -fázis) nevezzük.

Az ábrából megállapíthatjuk, hogy a vas folyékony halmazállapotban sem old korlátlan mennyiségű oxigént. Ha az oxigéntartalom 0,16 súlysúlyszázaléknál több, de 22,6 súlysúlyszázaléknál kevesebb, a folyékony halmazállapotban is két fázist fogunk találni. Az irodalom szerint (Metals Reference Book — 1949 — 385. l.) a folyékony vasból és folyékony FeO -ból álló rendszerben az oxigén oldhatósága a hőmérséklettel a

$$\log [\text{súly-\% O}_2] = -\frac{4860}{T} + 1,935$$

egyenlet szerint változik. Fontos még tudni, hogy az Fe_3O_4 (φ -fázis) nyílt maximummal keletkezik, az Fe_2O_3 (hematit, γ -fázis) a szilárd halmazállapotban lejátszódnó reakció terméke, a wüstit pedig az 1371 és 1424 C° között végbemenő kristályosodáskor képződik. Ez az utóbbi csak 560 C° fölötti hőmérsékleten stabilis, ugyanis alacsonyabb hőmérsékleten elbomlik α -vasra és magnetitre. A legkevesebb oxigént tartalmazó vas—oxigén-vegyületnek, a vasoxidulnak ilyen módon való viselkedése szempontunkból fontos. 910 C°-on a wüstit stabilitási területéig, 1400 C°-on pedig a folyékony fázis mezejéig haladó vízintes a színvas allotróp átalakulásait jelzi.

A folyékony vasban az oxigén mindig FeO -alakban oldódik. Ha a vasoxidulnál több oxigént tartalmazó vas—oxigén-vegyület kerül a folyékony vasba, akkor ez az



reakcióegyenlet szerint redukálódik.

A vasoxidok képződését feltüntető egyenletekben előforduló anyagok közül a vasnak és az oxigénnek a mólhőjét már láttuk [7–8], az alábbiakban a többi anyag mólhőjét adjuk:

$$C_p^{\text{FeO}(sz)} = 12,62 + 1,492 \cdot 10^{-3} \cdot T - 0,762 \cdot 10^5 \cdot T^{-2} \text{ kcal/kg-mól, fok } \dots \\ 298 - 1173 \text{ K}^\circ \text{ között [2],}$$

$$C_p^{\text{FeO}} = 11,47 + 2 \cdot 10^{-3} \cdot T \text{ kcal/kg-mól, fok } \dots \text{ a likvidusz és a szolidusz} \\ \text{hőmérséklet között [2],}$$

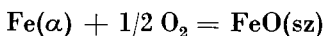
$$C_p^{\text{Fe}_3\text{O}_4(s)} = 41,17 + 18,82 \cdot 10^{-3} \cdot T - 9,795 \cdot 10^5 T^{-2} \text{ kcal/kg-mól, fok } \dots \\ 273 - 1065 \text{ K}^\circ \text{ között [2],}$$

$$C_p^{\text{Fe}_3\text{O}_3(s)} = 24,72 + 16,04 \cdot 10^{-3} \cdot T - 4,234 \cdot 10^5 T^{-2} \text{ kcal/kg-mól, fok } \dots \\ 273 - 1100 \text{ K}^\circ \text{ között [2].}$$

A különféle vasoxidok entrópiái 25 C°-on:

$$\left. \begin{aligned} S_{298,1}^{\text{FeO}} &= 12,8 \pm 0,5 \text{ kcal/kg-mól, fok} \\ S_{298,1}^{\text{Fe}_3\text{O}_4} &= 21,5 \pm 0,5 \text{ kcal/kg-mól, fok} \\ S_{298,1}^{\text{Fe}_3\text{O}_3} &= 35 \pm 0,7 \text{ kcal/kg-mól, fok.} \end{aligned} \right\} [2]$$

Újabb ismereteink szerint a ferrooxid és a ferroferrioxid több módosulatban található, mégpedig az FeO-nak II-es módosulata — 90 C°-on 100 kcal/kg-mól entalpiaváltozás közben alakul át az α -vasból és oxigénből 25 C°-on 64 300 kcal/kg-mól entalpiaváltozás közben keletkező I-es módosulatúvá; az Fe₃O₄-nek IV-es módosulatából — 160 C°-on 180 kcal/kg-mól entalpiaváltozás közben lesz az α -vasból és oxigénből 25 C°-on — 266 900 kcal/kg-mól entalpiaváltozás közben keletkező Fe₃O₄^{III}, az Fe₃O₄^I 740 C°-on 100 kcal/kg-mól entalpiaváltozás közben alakul át Fe₃O₄^{II}-vé, az utóbbiból pedig 485 C°-on 580 kcal/kg-mól entalpiaváltozás közben lesz Fe₃O₄^{III}. Az



reakció entalpiája

$$\Delta H_T = -65\,000 + 3,13 T - 1,26 \cdot 10^{-3} T^2 - 0,94 \cdot 10^5 T^{-1} \text{ kcal/kg-mól [6],}$$

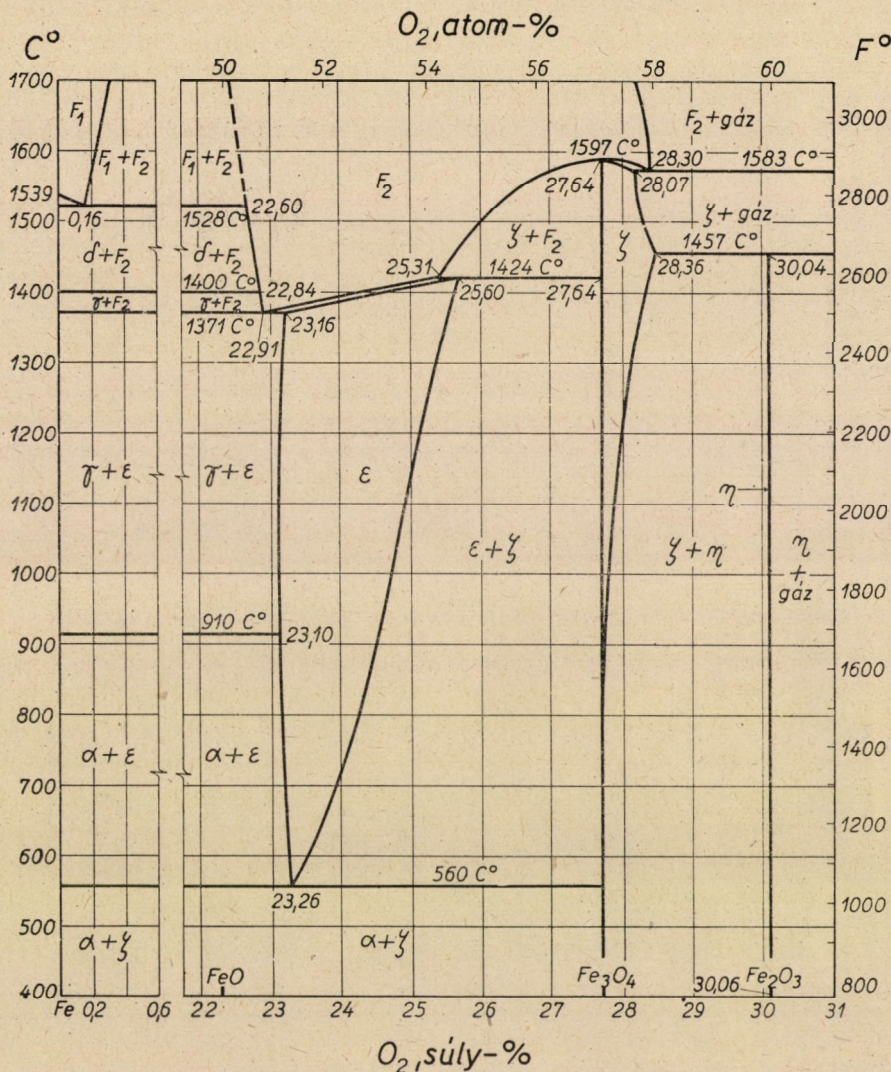
termodinamikai normálpotenciálja pedig

$$\Delta G_T^0 = -65\,000 - 7,21 \cdot T \log T + 1,26 \cdot 10^{-3} T^2 - 0,47 \cdot 10^5 T^{-1} + 37,85 \cdot T [6]$$

egyenlet szerint változik a hőmérséklettel.

Ezekből az egyenletekből meghatározva

$$\left. \begin{aligned} \Delta H_{298} &= -64\,500 \text{ kcal/kg-mól,} \\ \Delta G_{298}^0 &= -59\,080 \text{ kcal/kg-mól,} \\ \Delta S_{298} &= -18,19 \text{ kcal/kg-mól, fok.} \end{aligned} \right\} [6]$$



I. ábra. A vas—oxigén-rendszer egyensúlyi diagramja. Metals Handbook, 1948, 1212. oldal

Az
$$\text{Fe}(\beta) + 1/2 \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{FeO}(\text{sz})$$
 reakciónál

$$\Delta H_T = -60\,750 - 4,54 \cdot T + 1,94 \cdot 10^{-3} T^2 - 0,94 \cdot 10^5 \cdot T^{-1} \text{ kcal/kg-mól} \quad [6]$$

$$\Delta G_T^0 = -60,750 + 10,46 \cdot T \log T - 1,94 \cdot 10^{-3} T^2 - 0,47 \cdot 10^5 T^{-1} - 16,22 T$$

kcal/kg-mól [6].

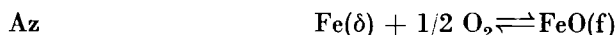
Az
$$\text{Fe}(\gamma) + 1/2 \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{FeO}(\text{sz})$$
 folyamatnál pedig

$$\begin{aligned}\Delta H_T &= -65\,120 - 1,14 \cdot T + 1,94 \cdot 10^{-3}T^2 - 0,94 \cdot 10^5 T^{-1} \text{ kcal/kg-mól} & [6], \\ \Delta G_T^0 &= -65\,120 + 2,63 T \log T - 1,94 \cdot 10^{-3}T^2 - 0,47 \cdot 10^5 T^{-1} + 11,54 \\ & \text{ kcal/kg-mól} & [6].\end{aligned}$$



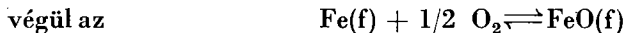
folyamatnál

$$\begin{aligned}\Delta H_T &= -59\,020 + 3 T \text{ kcal/kg-mól} & [6], \\ \Delta G_T^0 &= -59\,020 - 6,91 T \log T + 35,33 T \text{ kcal/kg-mól} & [6].\end{aligned}$$



reakciónál

$$\begin{aligned}\Delta H_T &= -56\,760 + 1,5 T \text{ kcal/kg-mól} & [6], \\ \Delta G_T^0 &= -56\,760 - 3,45 T \log T + 22,83 T \text{ kcal/kg-mól} & [6],\end{aligned}$$



reakciónál a

$$\begin{aligned}\Delta H_T &= -62\,120 + 2,5 T & [6] \text{ és} \\ \Delta G_T^0 &= -62\,120 - 5,76 \cdot T \log T + 33,28 T \text{ kcal/kg-mól} & [6].\end{aligned}$$



reakció entalpiája

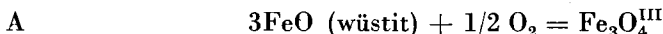
$$\Delta H_T = -264\,220 - 9,53 \cdot T + 15,47 \cdot 10^{-3}T^2 - 3,76 \cdot 10^5 T^{-1} & [6],$$

termodinamikai normálpotenciálja pedig

$$\Delta G_T^0 = -264\,220 + 21,95 \cdot T \log T - 15,47 \cdot 10^{-3}T^2 - 1,88 \cdot 10^5 T^{-1} + 24,62 T \text{ kcal/kg-mól} & [6],$$

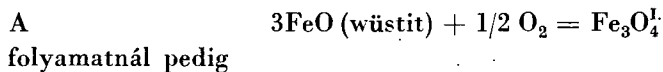
egyenlet szerint változik a hőmérséklettel. Ezekből az összefüggésekből meghatározva

$$\left. \begin{aligned}\Delta H_{298} &= -266\,900 \text{ kcal/kg-mól}, \\ \Delta G_{298}^0 &= -242\,700 \text{ kcal/kg-mól}, \\ \Delta S_{298} &= -81,38 \text{ kcal/kg-mól, fok.}\end{aligned} \right\} & [6]$$



folyamatnál

$$\begin{aligned}\Delta H_T &= -69\,220 - 18,94 T + 19,24 \cdot 10^{-3}T^2 - 0,94 \cdot 10^5 T^{-1} \text{ kcal/kg-mól} & [6], \\ \Delta G_T^0 &= -69\,220 + 43,62 T \log T - 19,24 \cdot 10^{-3}T^2 - 0,47 \cdot 10^5 T^{-1} - 88,57 T \\ & \text{ kcal/kg-mól} & [6].\end{aligned}$$



$$\Delta H_T = -71\,280 - 3,34 T + 3,94 \cdot 10^{-3} T^2 - 0,94 \cdot 10^5 T^{-1} \text{ kcal/kg-mól [6],}$$

$$\Delta G_T^0 = -71\,280 + 7,69 T \log T - 3,94 \cdot 10^{-3} T^2 - 0,47 \cdot 10^5 T^{-1} + 6,1 T \text{ kcal/kg-mól [6].}$$

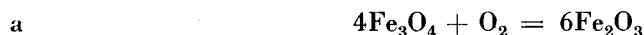
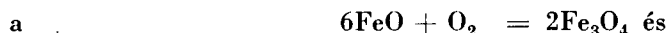


reakció termodinamikai normálpotenciáljának a hőmérséklettel való változását a

$$\Delta G_T^0 = -149\,250 + 59,8 T$$

egyenlet szemlélteti 843 és 1642 K° között.

Az oxidok képződésének oxigénpotenciálját és egyes esetekben a reakciók termodinamikai normálpotenciálját a hőmérséklet függvényében szemléltető 2. ábrából láthatjuk többek között a



reakcióra vonatkozó görbéket. Az ordinátán leolvasott értékek a fenti reakciók termodinamikai normálpotenciáljának, tehát a

$$\Delta G_T^0 = -RT \ln \frac{1}{p_{\text{O}_2}} = RT \ln p_{\text{O}_2} \quad (6)$$

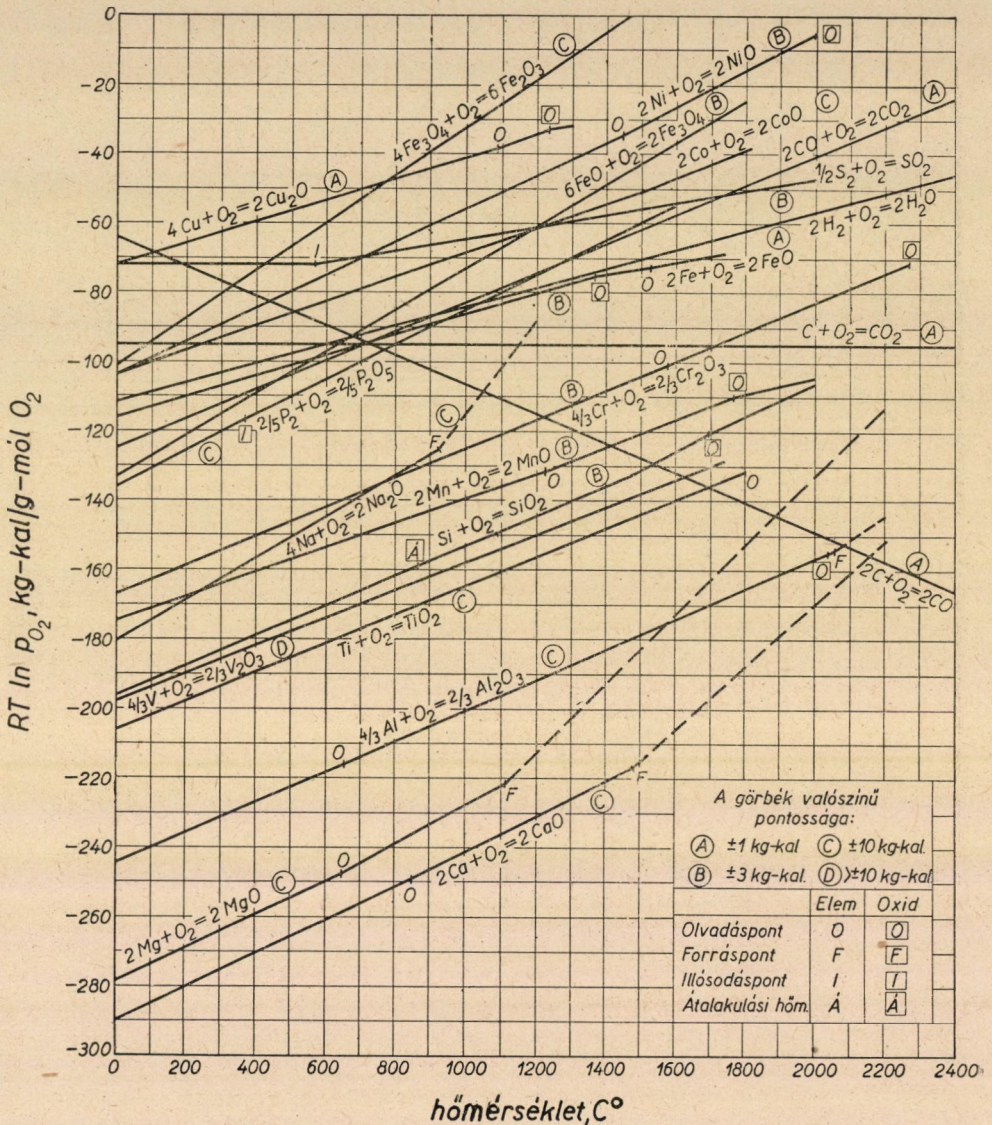
kifejezésnek az értékét adják kcal/g-mól oxigén dimenzióban. A diagramban a termodinamikai normálpotenciáloknek a hőmérséklettel való változását nem görbék, hanem egyenesek szemléltetik. Ez nem egészen helyes, mert a

$$\Delta G_T^0 = \Delta H_T - T\Delta S_T \quad (7)$$

csak abban az esetben egyenesnek az egyenlete, ha ΔH_T is és ΔS_T is állandó. A valóságban nem ez a helyzet, mert a reakciónak az entalpiája és entrópiája is változik a hőmérséklettel. Ez a körülmény azonban a diagramot nem teszi nagyon pontatlanná, mert ez a változás kis mértékű, azután ΔH_T és ΔS_T változása egymást kb. kiegyenlíti. A 2. ábrában látható egyenesekből a fémoxidok képződéshőjének és az oxidképződést feltüntető reakció standard entrópiájának a közelítő értékét is meghatározhatjuk. Ha ugyanis feltételezzük, hogy a reakció entrópiája és entalpiája nem változik a hőmérséklettel, akkor a

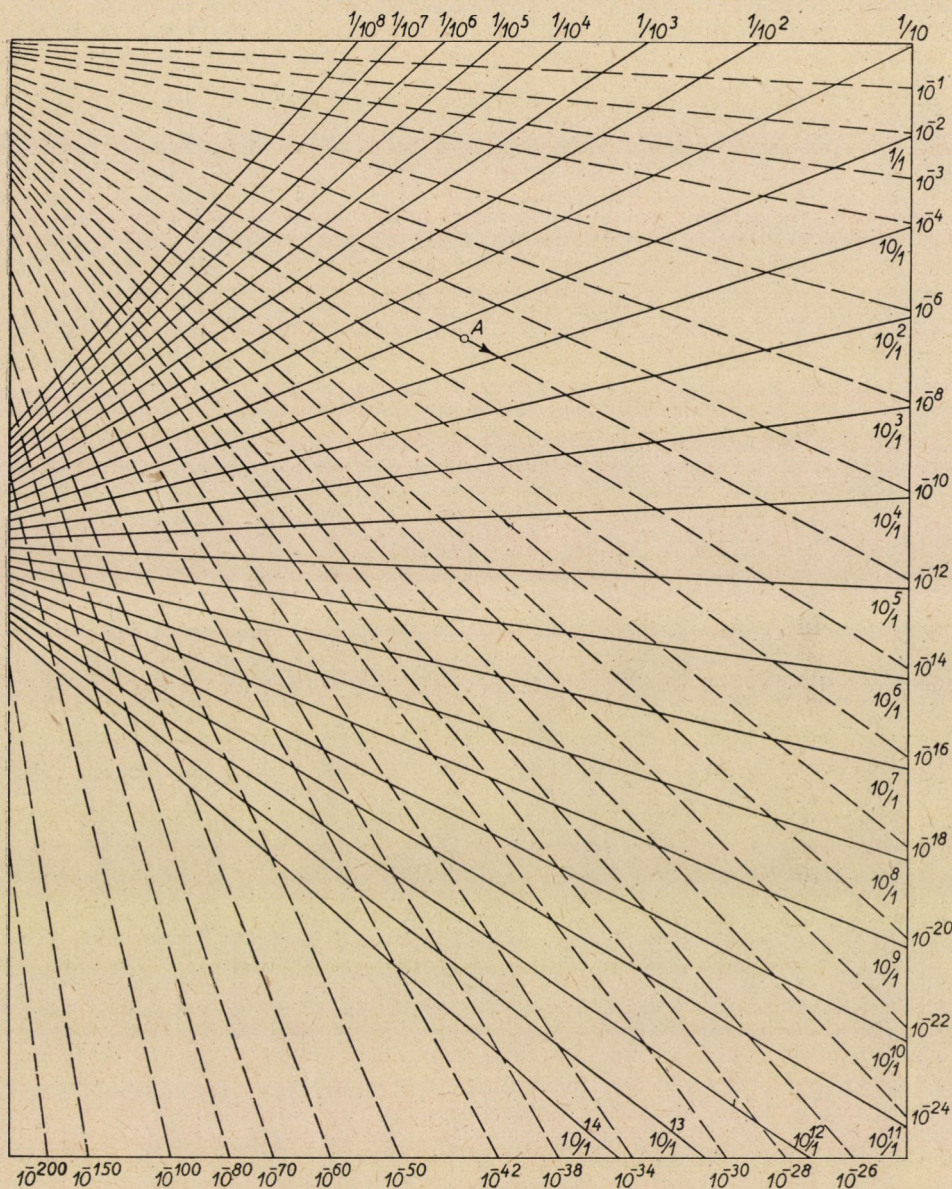
$$\Delta G_T^0 = \Delta H_T - T\Delta S_T$$

olyan egyenes egyenlete, amelyik az abszcisszájának az abszolút nulla fokot ábrázoló pontjában emelt ordinátát » ΔH_T « távolságban metszi és amelyiknek iránytangense » $-\Delta S_T$ «.



2. ábra. Fémoxidok képződésének termodinamikai normálpotenciálja a hőmérséklet függvényében. Journal of the Iron and Steel Institut (1948) 263. old.

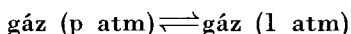
Ha a 3. ábrán látható diagramot átlátszó papírra rajzolva a 2. ábrával együtt használjuk, akkor a két ábra segítségével nemcsak a vasoxidok és más fémoxidok képződésének termodinamikai normálpotenciálját, a képződéshőt



— — — vonal adja $RT \ln p$ értékét különböző p_{O_2} -nél
 — vonal adja $RT \ln p$ értékét különböző $\frac{CO}{CO_2}$ -viszonynál

3. ábra. Az oxigén vagy valamely más ideális állapotban levő gáz termodinamikai normál-potenciáljának a nyomással, valamint az $RT \ln p_{O_2}$ értéknek a hőmérséklettel és a szénmonoxid és széndioxid parciális nyomásának a viszonyával való változása. Journal of the Iron and Steel Institut (1948) 263. oldal

és az entrópiát határozhatjuk meg, hanem pl. *adott hőmérsékleten a szaggatott vonallal kihúzott görbék*ből közvetlenül leolvashatjuk a fénoxidból lehasadó oxigén parciális nyomását is. A szaggatott vonalak ugyanis azt szemléltetik, hogy adott hőmérsékleten az oxigénnek vagy valamilyen más ideális állapotban levő gáznak a termodinamikai normálpotenciálja hogyan változik, ha a gáznak a nyomását a szaggatott vonalakra írt és atmoszférában kifejezett értékéről 1 atm-ra növeljük. Ezek szerint a szaggatott vonal ordinátái a



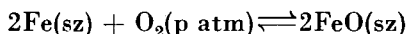
folyamat közben észlelhető termodinamikai normálpotenciálváltozást szemléltetik.

Ez, amint tudjuk, a

$$\Delta G_T^0 = -RT \ln \frac{1}{p} = RT \ln p \quad (8)$$

egyenlettel kifejezett összefüggésben van a szaggatott vonalak mellé írt értékekkel.

Pl. állapítsuk meg, hogy 1190 C°-on a ferroxidból lehasadó oxigénnek mennyi a parciális nyomása. Ez az érték a



reakciónak 1190 C°-ra érvényes termodinamikai normálpotenciáljából a

$$\Delta G_T^0 = -RT \ln \frac{1}{p_{\text{O}_2}} = RT \ln p_{\text{O}_2} \quad (9)$$

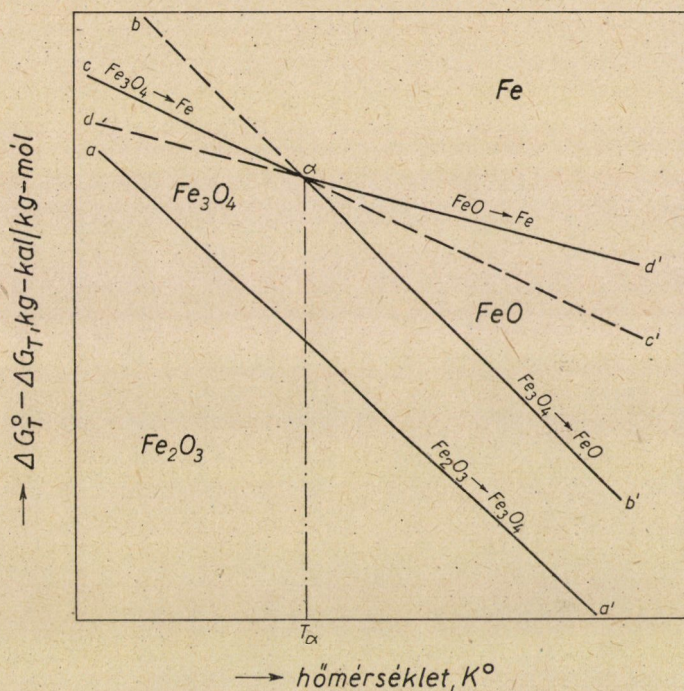
összefüggés segítségével számítható. A 2. ábrából azt olvashatjuk ki, hogy a felírt reakció termodinamikai normálpotenciálja 1190 C°-on, azaz 1463 K°-on $-81 \text{ kcal/g-mól} = -81\,000 \text{ kcal/kg-mól}$. Ha ezt az értéket az előbbi egyenletbe behelyettesítjük, azután a természetes logaritmusról a 10-es alapú logaritmusra térünk át és az egyetemes gázállandó helyett annak számértékét írjuk, akkor kapjuk, hogy

$$-81\,000 = 1,987 \cdot 2,3 \cdot 1463 \cdot \log p_{\text{O}_2},$$

ebből

$$p_{\text{O}_2} = 10^{-\frac{81\,000}{4,575 \cdot 1463}} = 10^{-12} \text{ atm}$$

Ugyanezt az eredményt kapjuk akkor is, ha a ferrooxidképződés termodinamikai normálpotenciáljának, tehát -81 kcal/g-mólnak 1190 C°-on megfelelő p_{O_2} értéket a 3. ábrából olvassuk ki. A ferrooxid képződése ugyanis úgy is felfogható, hogy a szívasnak és 1 atm nyomású oxigénnek redukálásakor az oxigén nyomása csökken 1 atmoszféráról az egyensúlyi állapotnak megfelelő értékig. Természetesen a fémoxid bomlása fordított folyamatnak felel meg. Ezek szerint a 3. ábra alapján tulajdonképpen azt kell megállapítanunk, hogy 1190 C°-on

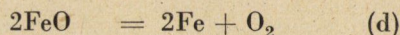
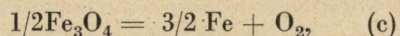
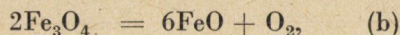
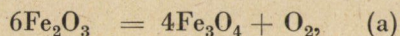


4. ábra. A vasoxidok disszociációjánál észlelhető termodinamikai normálpotenciálváltozásnak a hőmérséklettel való változása.

O. A. Eszin i P. V. Geljd : Fiziceszkaja chimija pirometallurgiceszkich processzov, 289. oldal, 81. ábra.

-81 kcal/g-mól termodinamikai normálpotenciálváltozás közben az oxigénnek hány atm. nyomásról nő a nyomása 1 atm-ig. A 3. ábrából ez az érték 10^{-12} atm. (A-pont).

A 4. ábra a különféle vasoxidoknak a



reakcióegyenlet szerint bekövetkező termikus disszociációjánál észlelhető termodinamikai normálpotenciálváltozásnak a hőmérséklettel való változását szemléltető görbéket ($a-a'$, $b-b'$, $c-c'$ és $d-d'$) tartalmazza. A diagram egyes pontjai a ponthoz tartozó hőmérsékleten a termodinamikai normálpotenciál (ΔG_T^0) és termodinamikai potenciál (ΔG_T) különbségét adják meg. A görbék pontjaihoz tartozó állapotban a rendszer monovariáns, a rendszer összetétele az egyensúlyi összetételnek felel meg, úgyhogy

$$\Delta G_T = 0 \text{ és}$$

$$\Delta G_T^0 - \Delta G_T = \Delta G_T^{\text{el}} = -RT \ln p_{\text{O}_2}.$$

Az 5. ábra a fenti reakciókban lehasadó oxigén parciális nyomása logaritmusának a hőmérséklettel való változását mutatja. Az itt található görbékre ugyanazok a megállapítások érvényesek, mint a 4. ábrán láthatókra. Ezekből a szóban forgó ábrákból megállapíthatjuk, hogy adott hőmérsékleten a vasoxidok disszociációját szemléltető reakciók termodinamikai normálpotenciálja annál negatívabb és ennek megfelelően az oxigén parciális nyomása logaritmusának annál nagyobb, minél magasabbrendű vasoxid disszociációjáról van szó.

A $c-c'$ görbének a $b-b'$ és $d-d'$ görbék között kell haladniuk, mert a (c)-reakciót úgy állíthatjuk elő, hogy (b)-hez hozzáadjuk (d) háromszorosát és a bruttóreakciót elosztjuk 4-gyel. Ennek megfelelően az említett reakciók termodinamikai normálpotenciálja, illetőleg $\log p_{\text{O}_2}$ -értéke között a következő összefüggések írhatók fel:

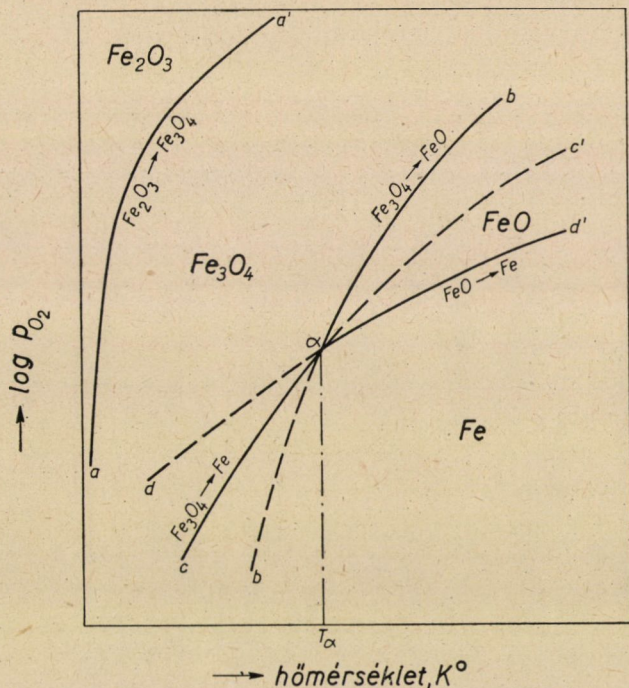
$$\Delta G_c^0 = 1/4 (\Delta G_b^0 + 3\Delta G_d^0) \text{ és}$$

$$\log p_{\delta_2} = 1/4 (\log p_{\delta_2}^b + 3 \log p_{\delta_2}^d).$$

A 4. ábrán az Fe_2O_3 stabilitási területében (az $a-a'$ görbe alatt) adott hőmérsékleten a $\Delta G_T^0 - \Delta G_T$ különbség értéke negatívabb, mint ΔG_T^0 -é, vagyis ebben a mezőben az (a)-reakció termodinamikai potenciálja az oxigén parciális nyomásának az egyensúlyi parciális nyomásnál nagyobb pillanatnyi értéke miatt pozitív. Ebből az következik, hogy ebben a területben az Fe_3O_4 nem stabilis. Ezért az egyensúlyinál nagyobb nyomással rendelkező oxigén az Fe_3O_4 -et mindaddig ferrioxidá oxidálja, amíg ez el nem fogy, illetőleg, amíg az oxigén parciális nyomása az egyensúlyi értékre nem csökken. Az utóbbi esetben a pillanatnyi oxigénnyomás az egyensúlyival lesz egyenlő és éppen ezért a rendszer termodinamikai potenciálja nulla lesz. Más szóval azt is mondhatjuk, hogy az utóbbi esetben a $\Delta G_T^0 - \Delta G_T$ különbség értékének állandó pozitívabbá való válása miatt az $a-a'$ görbét érjük el.

A fenti megállapítások természetesen az 5. ábrának az Fe_2O_3 stabilitási területét ábrázoló mezejére is érvényesek. Ebben a területben a rendszer bivariáns, mert benne két független komponens és két fázis (Fe_2O_3 és O_2) található.

A 4. ábrán az Fe_3O_4 stabilitásterületében a $\Delta G_T^0 - \Delta G_T$ különbség értéke az (a)-reakcióra vonatkoztatva pozitívabb, T_α hőmérséklet alatt a (c)-, e fölött pedig a (b)-reakcióra vonatkoztatva negatívabb, mint ΔG_T^0 . Ebből a tényből és az 5. ábrából is megállapítható, hogy ha a rendszerben kiinduló állapotban az oxigén mellett Fe_2O_3 van, akkor az (a)-, FeO jelenléte esetén a (b)-, Fe jelenlétében pedig a (c)-reakció játszódik le, úgyhogy ebben a mezőben a területben levő pontokhoz tartozó oxigénnyomások mellett csak Fe_3O_4 lehet egyensúlyban.



5. ábra. A vasoxidok disszociációjánál lehasadó oxigén parciális nyomása logaritmusának a hőmérséklettel való változása. O. A. Eszini P. V. Geljd : Fiziceszkaja chimija pirometallurgicseskich processzov, 289. oldal, 82. ábra.

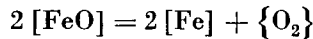
Az α -pontban a (b)-, (c)- és (d)-reakciókra vonatkozó görbék metszik egymást, vagyis ebben az esetben a három reakcióra vonatkozó $\Delta G_T^0 - \Delta G_T$ különbség értéke egymással egyenlő. Mivel itt ΔG_T nulla, azért ebben a pontban a három reakció termodinamikai normálpotenciálja is egyenlő egymással. Az α -pontnak megfelelő 560°C hőmérsékleten és kb. 10^{-25} atm. oxigén parciális nyomáson a rendszer nonvariáns, mert itt az oxigénből álló gázfázis három szilárd fázissal (Fe_3O_4 , FeO és Fe) van egyensúlyban, a független komponensek száma (az összes komponensek számának és a közöttük felírható reakcióegyenletek számának a különbsége) pedig kettő.

A 4. és 5. ábra összhangban az 1. diagrammal azt mutatja, hogy 560 C° alatt levő hőmérsékleten az FeO nem stabilis. Ilyen körülmények között az FeO csak metastabilis állapotban lehet.

A FeO stabilitásterületében, vagyis az $\alpha-d'$ és $\alpha-b'$ vonalak között a $\Delta G_T^0 - \Delta G_T$ különbség értéke a (b)-reakcióra vonatkoztatva pozitívabb, a (d)-re vonatkoztatva pedig negatívabb, mint ΔG_T^0 . Ebből az következik, hogy a szóban forgó diagram-részben levő pontoknak megfelelő körülmények között a (b)-reakció balról jobbra, (d)-pedig jobbról balra játszódik le, mert ezekben az irányokban negatív a fenti reakciók termodinamikai potenciálja. Az 5. ábrából ezt úgyis magyarázhatjuk, hogy a FeO stabilitásterületébe eső oxigénnyomáson és hőmérsékleten az Fe_3O_4 -nek mindaddig disszociálnia kell a (b)-egyenlet szerint, amíg az összes Fe_3O_4 át nem alakul FeO-vá, illetőleg, amíg a parciális oxigénnyomás logaritmusának értéke el nem éri az $\alpha-b'$ vonalat. Ehhez hasonló a helyzet akkor is, ha a fenti körülmények között színvas kerül a rendszerbe. Ennek a (d)-reakció szerint mindaddig kell oxidálnia, amíg az összes vas nem oxidálódik, illetőleg, amíg a parciális oxigénnyomás logaritmusának az értéke az $\alpha-d'$ görbe egyik pontjának megfelelő értékre nem csökken.

A színvas stabilitásterületében a $\Delta G_T^0 - \Delta G_T$ különbség értéke T_a hőmérséklet alatt a (c)-, e fölött pedig a (d)-reakcióra vonatkoztatva pozitívabb, mint ΔG_T^0 . Ezért ezután ebben a mezőben 560 C° alatt az Fe_3O_4 a (c)-, 560 C° felett pedig az FeO a (d)-reakcióegyenlet szerint disszociálódik mindaddig, amíg a parciális oxigénnyomás logaritmusának értéke az $\alpha-c$, vagy az $\alpha-d'$ görbének megfelelő értékig nem nő, illetőleg amíg az összes Fe_3O_4 vagy FeO át nem alakul színvassá.

A ferrooxidból lehasadó oxigén parciális nyomásának előbb meghatározott értéke csak akkor helyes, ha a rendszer csak egymásban nem oldódó vasból és vasoxidulból, valamint oxigénből áll. Másképpen kell eljárunk, ha a vasban oldott FeO disszociációját vizsgáljuk. Az ilyenkor lejátszódó



reakciónak az egyensúlyi állandója

$$K = \frac{[\text{Fe}]^2 p_{\text{O}_2}}{[\text{FeO}]^2}$$

Tudjuk, hogy az $[\text{Fe}]$ értéke állandónak vehető és így bevezethető az egyensúlyi állandó értékébe, úgyhogy

$$K' = \frac{K}{[\text{Fe}]^2} = \frac{p_{\text{O}_2}}{[\text{FeO}]^2} = \frac{p_{\text{O}_2}}{[\text{FeO}]_{\text{max}}^2}$$

Ebből az egyenletből valamely hőmérsékletnél a ferrooxidból keletkező oxigén parciális nyomása

$$p_{O_2} = K' [\text{FeO}]^2 = \frac{p'_{O_2}}{[\text{FeO}]_{\max}^2} \cdot [\text{FeO}]^2.$$

Ezek szerint a vasban oldódó vasoxidul mennyiségének ismeretében ki tudjuk számítani az FeO-ból származó oxigén parciális nyomását, ha ismerjük a vas FeO-oldóképességét és p'_{O_2} értékét.

Az előző az 1. ábrából, illetőleg az

$$[\text{FeO}]_{\max} = 0,588 \cdot 10^{-2} \cdot t$$

egyenletből, a vasoxidullal telített vas felett uralkodó oxigén parciális nyomása pedig a vasoxidul képződésének termodinamikai normálpotenciáljából a

$$\Delta G_T^0 = -RT \ln K \text{ összefüggés segítségével számítható}$$

$$\log p'_{O_2} = -\frac{28740}{T} + 1,47 \log T - 0,425 \cdot 10^{-3} \cdot T + 1,35 \cdot 10^{-7} \cdot T + 12,914$$

egyenletből határozható meg.

Ezekben az egyenletekben t a C°-okban, T pedig a K°-okban mért hőmérsékletet jelenti. Adott hőmérsékleten $\log p'_{O_2}$ -nek, $[\text{FeO}]_{\max}$ -nak és az ezekből számítható $\log K'$ -nek az értékét az 1. táblázatból olvashatjuk ki.

Ennek a táblázatnak az utolsó oszlopában $\log K''$ értékeit láthatjuk a táblázatban előforduló hőmérsékleteken. Erre az értékre azért van szükség, mert a folyékony vasban oldott vasoxidul meghatározása sokszor igen nehéz, úgyhogy pontosabban számolhatunk a salak szabad vasoxidultartalmával.

1. táblázat

t° C	T	log p'_{O_2}	[FeO]_{\max}	log K'	log K''
1527	1800	— 8,34	1,05	— 8,38	— 12,34
1577	1850	— 7,92	1,34	— 8,17	— 11,92
1627	1900	— 7,54	1,64	— 7,97	— 11,54
1677	1950	— 7,16	1,93	— 7,73	— 11,16

Az FeO-ból származó oxigén parciális nyomása ugyanis ezzel is kifejezhető :

$$\frac{[\text{FeO}]}{(\text{FeO})} = L_{\text{FeO}} = \frac{[\text{FeO}]_{\max}}{(\text{FeO})_{\max}}$$

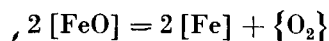
[FeO]-nak az értékét ebből az egyenletből kiszámítva és p_{O_2} egyenletébe behelyettesítve kapjuk, hogy

$$p_{O_2} = \frac{P'_{O_2}}{L_{FeO} \cdot (FeO)_{max}^2} \cdot L_{FeO} \cdot (FeO)^2 = \frac{P'_{O_2}}{(FeO)_{max}^2} \cdot (FeO)^2.$$

Ha tiszta vasoxidulsalakkal van dolgunk, akkor $(FeO)_{max}$ értéke 100%-kal egyenlő, úgyhogy ilyenkor

$$p_{O_2} = \frac{P'_{O_2}}{100^2} \cdot (FeO)^2 = K'' (FeO)^2.$$

Az előzőekben hallgatólagosan feltételeztük, hogy a vas-vasoxidul-oldat ideális. A valóságban azonban nincs így, úgyhogy egészen pontos eredményt csak úgy kapunk, ha a



reakció egyensúlyi állandóját az aktivitásokkal írjuk fel. Eszerint

$$K = \frac{a_{Fe}^2 \cdot a_{O_2}}{a_{FeO}^2}.$$

A vasban oldott, tehát az FeO-ban levő oxigén parciális moláris termodinamikai potenciáljának ($\Delta \bar{G}_{O_2}$), vagyis a

$$\Delta \bar{G}_{O_2} = -RT \ln a_{O_2}^{FeO}$$

kifejezésnek a koncentrációval való változását 1200, illetőleg 1600 C°-on a 6. ábrából olvashatjuk ki, az 1600 C° hőmérsékletű vasban oldott FeO-nak az aktivitását, illetőleg aktivitási koefficiensét pedig a 2. táblázat tartalmazza a koncentráció függvényében. A 6. ábra ordinátái azt mutatják, hogy 1 kg-mól oxigénnek vasban oldott állapotban mennyivel negatívabb a termodinamikai potenciálja, mint tiszta állapotban vagy másképpen fogalmazva, hogy a nagy mennyiségű vas termodinamikai potenciálja mennyivel válik negatívabbá, ha abban 1 kg-mól oxigént oldunk. Ezek szerint tehát a 6. ábrából kiolvasható értékek az

Fe(tiszta) \rightleftharpoons Fe(1 kg-mól O₂-t oldó), és az

1 kg-mól O₂ (tiszta) \rightleftharpoons 1 kg-mól O₂ (vasban oldva)

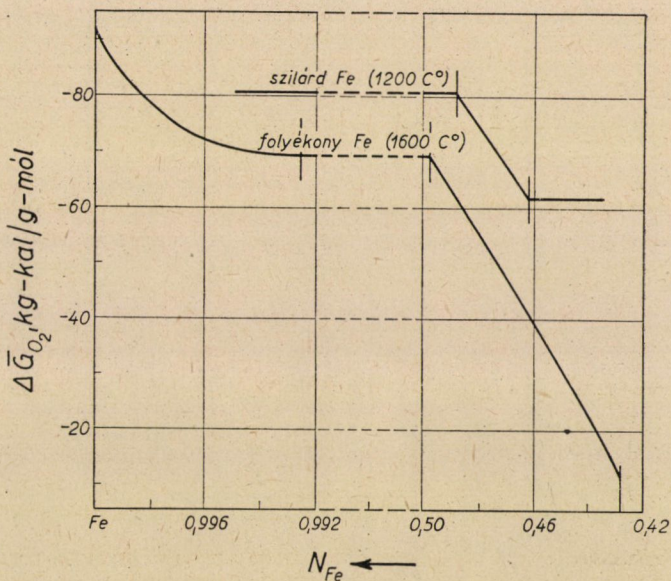
reakció termodinamikai potenciáljával egyenlők. A 2. táblázatban előforduló aktivitási koefficiensek (γ_{FeO}) értékét

$$\gamma_{FeO} = \frac{a_{FeO}}{C_{FeO}} \text{ összefüggésből}$$

úgy számították, hogy a telítettségi koncentrációt

$$\left(N_{\text{FeO}} = \frac{n_{\text{FeO}}}{\Sigma n} = 7,75 \cdot 10^{-3} \right)$$

egységnyinek választották és a többit erre vonatkoztatták.



6. ábra. A vasban oldott oxigén parciális moláris termodinamikai potenciáljának a koncentrációval és a hőmérséklettel való változása. O. Kubaschewski és E. Ll. Evans : Metallurgical Thermochemistry. 61. oldal, 21. ábra.

Az oxigénnek, illetve FeO-nak folyékony vasban való oldódásánál a parciális moláris termodinamikai potenciálváltozás különféle hőmérsékleten az oldatban levő oxigén móltörtjének (N_0) az ismeretében a

$$\overline{\Delta G_{O_2}} = - 67\,200 + 8,7 T \log N_0 + 18,75 T \text{ kcal/kg-mól [6]}$$

egyenletből számítható. 1 kg-atom oxigénnek a folyékony oxidban való oldódásánál a parciális moláris entalpiaváltozás akkor, ha $0,5 > N_{\text{Fe}} > 0,42$:

$$\overline{\Delta H_0} = - 145\,660 + 69\,550 \frac{N_0}{N_{\text{Fe}}} \text{ kcal/kg-atom [6].}$$

1 kg-atom δ -Fe-nek ugyanebben az oxidban való oldódásánál a parciális moláris entalpiaváltozás pedig

$$\overline{\Delta H_{\text{Fe}}} = 56\,080 - 34\,750 \left(\frac{N_{\text{O}}}{N_{\text{Fe}}} \right)^2 \text{ [6].}$$

2. táblázat

$N_{FeO} \cong N_O$	$\frac{p_{H_2O}}{p_{H_2}}$	$\frac{1}{2} \log p_{O_2}$	a_{FeO}	γ_{FeO}
$1,05 \cdot 10^{-3}$	0,127	— 4,896	0,135	0,990
$2,1 \cdot 10^{-3}$	0,260	— 4,585	0,260	1,015
$2,2 \cdot 10^{-3}$	0,262	— 4,582	0,262	0,975
$2,35 \cdot 10^{-3}$	0,263	— 4,580	0,263	0,918
$5,66 \cdot 10^{-3}$	0,671	— 4,174	0,710	0,968
$6,44 \cdot 10^{-3}$	0,754	— 4,123	0,800	0,962
$6,65 \cdot 10^{-3}$	0,755	— 4,122	0,800	0,932
$6,86 \cdot 10^{-3}$	0,980	— 4,010	1,035	1,168
$6,86 \cdot 10^{-3}$	0,715	— 4,146	0,756	0,854
$7,00 \cdot 10^{-3}$	0,983	— 4,008	1,041	1,128
$7,31 \cdot 10^{-3}$	0,830	— 4,082	0,878	0,928
$7,38 \cdot 10^{-3}$	1,021	— 3,991	1,081	1,130
$7,75 \cdot 10^{-3}$	0,848	— 4,072	0,898	0,897

A vaskohászatban a vas-oxigén-rendszernek igen nagy a jelentősége. A vas-, és az acélglyártás minden fázisában dolgunk van vele. Ugyanis a nagyolvasztóban az érc oxigéntartalmát kell elszedni a vas mellől, az acélglyártás során a nyersvas kísérő elemeit oxiddá iparkodunk átalakítani, azután a feleslegben levő oxigént dezoxidálással eltávolítva érjük el a kívánt acélösszetételt.

IRODALOM

1. O. A. ESZIN i P. V. GELJD : Fiziceszkaja chimija pirometallurgicseszkich processzov. Metallurgizdat, Szverdlovszk—Moszkva, 1950.
2. O. KUBASCHEWSKI and E. LL. EVANS : Metallurgical Thermochemistry. Butterworth—Springer Ltd., London, 1951.
3. SZÉKI—HORVÁTH : Általános kohászatban. Tankönyvkiadó, Budapest, 1953.
4. KERPELY—HAJTÓ—HORVÁTH : Vaskohászati folyamatok és fizikai kémiájuk. Akadémiai kiadó, Budapest, 1953.
5. HORVÁTH ZOLTÁN : Fémkohászati folyamatok termodinamikai számítása. Akadémiai kiadó, Budapest, 1954.
6. W. LANGE : Die Thermodynamischen Eigenschaften der Metalloxyde. Springer-Verlag, Berlin, 1949.
7. HORVÁTH ZOLTÁN : A szén—oxigén-rendszer egyensúlyi viszonyai. A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei, XIII. kötet, 1—4. szám, 239—269. oldal.
8. HORVÁTH ZOLTÁN : A vas—szén-rendszer egyensúlyi viszonyai. A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei, XV. kötet, 1—4. szám, 479—495. oldal.

Összefoglalás

A különféle vasoxidok keletkezésénél és elbomlásánál lejátszódó reakcióknak az egyensúlyi viszonyait, azután az oxigénnek vasban való oldhatóságát tárgyaltuk és közben vizsgáltuk a hőmérsékletnek a reakciók egyensúlyi viszonyaira gyakorolt hatását.

GYORSANFORGÓ ÉS MELEGEN FELHÚZÁSSAL ILLESZTETT HENGERES GÉPELEMÉK SZILÁRDSÁGI SZÁMÍTÁSA

THAMM ISTVÁN

[Beérkezett 1954. szeptember 15-én]

A gépszerkesztés gyakorlatában a hengeres gépelemek közötti kötő- és sajtoló illesztések előállítására mind sűrűbben alkalmazzák a melegen való felhúzást. E műveletnek kétségtelen előnye, hogy aránylag egyszerű eszközökkel megvalósítható, és emellett a kötés szilárdsága, valamint a bekövetkező igénybevételek szabatosan számíthatók.

A szakirodalom közli az idevonatkozó méretezéshez szükséges összefüggéseket nyugalomban maradó, vagy csak kis sebességekkel mozgó géprészekre. Erre nézve teljes áttekintést nyújt FINDEISEN [1].

Ugyanilyen kötések létesítéséhez szükséges szilárdsági számítások gyorsan forgó géprészekre, ahol a centrifugális erő befolyása nem hanyagolható el, a rendelkezésre állott szakirodalomban részletesen kidolgozva nem található meg. Csak GECKELER [2] és FAUPEL [3] érintik a kérdést, de az általuk közölt néhány összefüggés a méretezéshez, és az ilyen kötések szilárdságának megítéléséhez nem elegendő.

Mint hogy a legutóbbi időben szupercentrifugák szerkesztésénél célszerűnek látszott hengeres felületek között a kötő illesztéseknek melegen felhúzással való előállítása, tehát szükséges volt a kötések méretezéséhez szükséges szilárdsági számítások részletesebb kidolgozása. E számítások eredményeit foglaljuk össze az alábbiakban.

I. Alkalmazott jelölések

<i>g</i>	a nehézségi gyorsulás
<i>j</i>	az illesztési játék tolóillesztésnél
<i>k</i>	adott értékkel bíró állandó
<i>l</i>	az illesztett felületek alkotóirányú mérete
<i>m</i>	a Poisson-féle állandó
<i>n</i>	a percenkénti fordulatszám
<i>n_k</i>	a « kritikus fordulatszám
<i>p</i>	az illesztett hengerfelületek közötti palástnyomás
<i>p_f</i>	a centrifugadobot terhelő, és a fal centrifugális erejéből származó palástnyomás
<i>p_t</i>	a centrifugadobot terhelő, és a töltés centrifugális erejéből származó palástnyomás
<i>p_ö</i>	a centrifugadobot terhelő összes palástnyomás
<i>p_ü</i>	az üzemi körülmények okozta palástnyomás-változás
<i>r</i>	a sugárirányú méret
<i>r_b</i>	a belső illesztett elem belső sugara

r_i	}	a belső illesztett elem névleges külső sugara
		a külső « « névleges belső sugara
r_k		a külső « « külső sugara
x		az alkotóirányú koordináta
y		a sugárirányú eltolódás
y_a		a « « a belső illesztett elemen
y_d		a « « a külső illesztett elemen
$A, B, C_1 \dots C_4$		integrálási állandók
C		a hengerem centrifugális ereje
C_0		a differenciál-egyenlet megoldásában előforduló, adott értékű állandó
E		az illesztett elemek anyagának rugalmasság tényezője
K_0		adott értékkel bíró állandó
S_{r_1}	}	a hengerem hengeres palástfelületein keletkező normál-erők
S_{r_2}		
S_t		a hengerem sík oldalfelületein keletkező normál-erők
β		az illesztett elemek között üzemi állapotban előálló hőmérséklet-különbség
γ		az « « « fajsúlya
ε_r		a sugárirányú fajlagos nyúlás
ε_t		az érintőirányú fajlagos nyúlás
ϑ		az illesztés létrehozásához szükséges hőmérséklet-különbség
ϑ_d		az illesztett elemek között üzemi állapotban előálló hőmérséklet-különbség
ϑ_e		az a hőfok-különbség, amely mellett az illesztett elempár érintkezése létrejön
ν		a Poisson-állandó reciprok értéke
σ_h		a centrifugadob palástjában keletkező alkotó irányú hajlítófeszültség
σ_r		sugárirányú normálfeszültség
σ_t		érintőirányú normálfeszültség
τ		csúsztatófeszültség
φ		a meridián-síkok által képezett szög
ψ		viszonyszám
Δ		az illesztésnél előírandó sugárkülönbség
ω		a forgás szög-sebessége
ω_k		kritikus szögsebesség

II. A mértékadó differenciál-egyenlet

Az ω szögsebességgel forgó hengeres géprészből kivágva képzelt — $d\varphi$ központi szöghöz tartozó — hengeremen a keletkező erők-, mégpedig a σ_r és σ_t sugárirányú, és érintőirányú feszültségekből adódó erők-, valamint a hengerem centrifugális ereje (lásd 1. ábra) az ábra jelöléseinek felhasználásával

$$S_{r_1} = r \cdot d\varphi \cdot l \cdot \sigma_r$$

$$S_{r_2} = (r + dr) \cdot d\varphi \cdot l \cdot (\sigma_r + d\sigma_r)$$

$$S_t = dr \cdot l \cdot \sigma_t$$

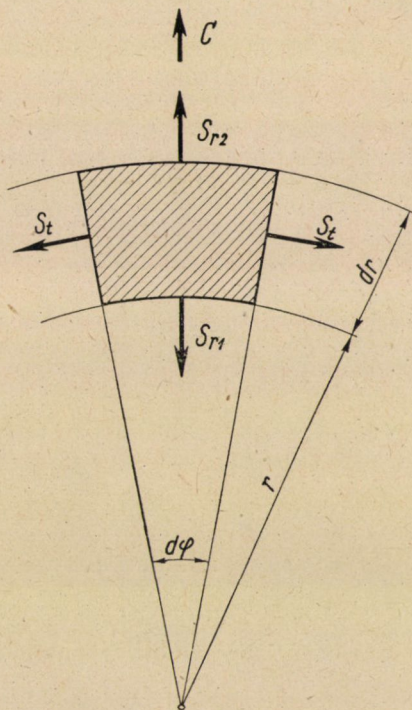
$$C = \frac{\gamma}{g} \cdot l \cdot d\varphi \cdot dr \cdot r^2 \cdot \omega^2$$

Emez erők zárt erőpoligonját az 1 b ábra mutatja. Az egyensúly feltételéből, a másodrendű kicsi mennyiségek elhanyagolásával a következő totális differenciálegyenlet vezethető le :

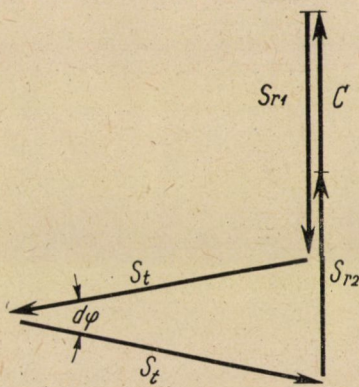
$$\frac{d}{dr} (r \cdot \sigma_r) + \frac{\gamma}{g} r^2 \cdot \omega^2 - \sigma_t = 0 \quad (1)$$

A forgó test anyagát homogénnek és izotrópnak, az igénybevételeket pedig a rugalmassági határon alul maradónak feltételezve, E rugalmassági tényező és a Poisson állandó $\nu = \frac{1}{m}$ reciprok értékével lesznek az ε_r sugárirányú-, és ε_t érintőirányú fajlagos nyúlások :

$$\varepsilon_r = \frac{1}{E} (\sigma_r - \nu \cdot \sigma_t) \quad \text{és} \quad \varepsilon_t = \frac{1}{E} (\sigma_t - \nu \cdot \sigma_r)$$



1/a. ábra



1/b. ábra

A hengerelem alakváltozása csak sugárirányú eltolódás lehet, ezt y -al jelölve

$$\varepsilon_r = \frac{dy}{dr} \quad \text{és} \quad \varepsilon_t = \frac{y}{r},$$

ez összefüggések felhasználásával lesz a felírt differenciálegyenlet :

$$\frac{d^2y}{dr^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{dy}{dr} - \frac{\gamma}{r^2} = \frac{\nu^2 - 1}{E} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot r \cdot \omega^2, \quad (1a)$$

amelynek megoldása a

$$K_0 = \frac{\nu^2 - 1}{E} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \omega^2 \quad (2)$$

jelöléssel és A, B integrálási állandókkal:

$$y = K_0 \cdot \frac{r^3}{8} + A \cdot r + \frac{B}{r}. \quad (3)$$

Amivel

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= \frac{E}{1 - \nu^2} \left[\frac{K_0}{8} \cdot r^2 \cdot (3 + \nu) + A(1 + \nu) - \frac{B}{r^2}(1 - \nu) \right] \\ \sigma_t &= \frac{E}{1 - \nu^2} \left[\frac{K_0}{8} \cdot r^2 \cdot (1 + 3\nu) + A(1 + \nu) + \frac{B}{r^2}(1 - \nu) \right] \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

III. Hengeres teli tárcsa és gyűrű illesztése

Az illesztendő elemeket a 2. ábra mutatja. Itt tehát a feladat egy r_i külső sugarú teli-, azaz furatnélküli tárcsán r_k külső sugarú gyűrűt melegen felhúzással megerősíteni. A továbbiak szempontjából azt a megszorítást tesszük, hogy az illesztendő darabok fajsúlya és rugalmas tulajdonságai azonosak.

A melegen való felhúzás — mint összeerősítési művelet — azt célozza, hogy az illesztett felületeken üzemi állapotban előre meghatározott p palástnyomás lépjen fel. Ez azt jelenti, hogy a két felületen

$$[\sigma_r]_{r=r_i} = p \quad (5)$$

legyen.

A p palástnyomás az illesztett felületek között kötést akkor létesít, ha nyomó-feszültség. Ez esetben olyan súrlódó erőket ébreszt, amelyek a felületeknek axiális irányban egymástól való eltávolítását, vagy egyiknek a másikhoz képest való elforgatását gátolják. A p , mint nyomó-feszültség a szilárdságtanban szokásos módon negatív előjellel veendő. Ez annyit jelent, hogy az illesztés akkor lesz jó, ha az illesztendő darabok méreteiből az üzemi körülmények között p -re negatív érték adódik ki. Pozitív p értéknél kötés természetesen nem létesül. Az előírni kívánt p az alábbiakban is negatív előjellel veendő.

A (3) és (4) alatti eredményeket a furatnélküli tárcsára alkalmazva (azaz $0 \leq r \leq r_i$) annak a határfeltételnek az alapján, hogy

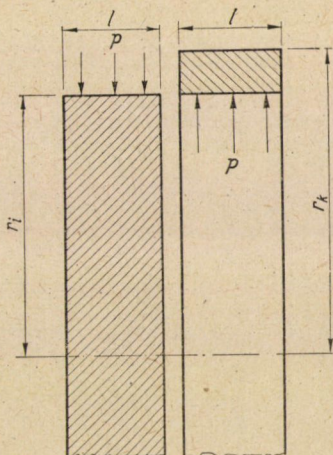
$$[y]_{r=0} = 0$$

kell hogy legyen, kiadódik a sugárirányú méretváltozás (y_a):

$$y_a = \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \left[\frac{3 + \nu}{1 + \nu} \cdot r_i^2 \cdot r - r^3 \right] + \frac{1 - \nu}{E} \cdot p \cdot r. \quad (6)$$

Ennek helyettesítési értéke a külső sugáron, azaz $r = r_i$ helyen:

$$[y_a]_{r=r_i} = \frac{1 - \nu}{E} \left[\frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{4} \cdot r_i^3 + p \cdot r_i \right]. \quad (6a)$$



2. ábra

A feszültségek értékei:

$$\sigma_r = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \cdot (3 + \nu) (r_i^2 - r^2) + p \quad (7)$$

$$[\sigma_r]_{r=0} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \cdot (3 + \nu) \cdot r_i^2 + p; \quad [\sigma_r]_{r=r_i} = p \quad (7a, b)$$

$$\sigma_t = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} [(3 + \nu) \cdot r_i^2 - (1 + 3\nu) \cdot r^2] + p \quad (8)$$

$$[\sigma_t]_{r=0} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \cdot (3 + \nu) \cdot r_i^2 + p; \quad [\sigma_t]_{r=r_i} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{4} (1 - \nu) \cdot r_i^2 + p. \quad (8a, b)$$

A teli tárcsával az r_i sugáron illesztett r_k külső sugarú gyűrűre, (amelynél $r_i \leq r \leq r_k$) az (5) alatti határfeltétel mellett előírandó még, hogy

$$[\sigma_r]_{r=r_k} = 0 \quad (9)$$

legyen. Ez alapon lesz a gyűrű sugárirányú elmozdulása

$$y_d = \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \left[\frac{3 + \nu}{1 + \nu} (r_k^2 + r_i^2) \cdot r + \frac{3 + \nu}{1 - \nu} \cdot \frac{r_k^2 r_i^2}{r} - r^3 \right] - \frac{P}{E} \cdot \frac{r_i^2}{r_k^2 - r_i^2} \left[(1 - \nu) \cdot r + (1 + \nu) \frac{r_k^2}{r} \right] \quad (10)$$

Ennek helyettesítési értéke az $r = r_i$ helyen :

$$[y_d]_{r=r_i} = \frac{1}{E} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{4} [(3 + \nu) \cdot r_k^2 r_i + (1 - \nu) r_i^3] - \frac{P}{E} \cdot \frac{r_i}{r_k^2 - r_i^2} [(1 - \nu) \cdot r_i^2 + (1 + \nu) r_k^2]. \quad (10a)$$

A feszültségek értékei pedig

$$\sigma_r = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \cdot (3 + \nu) \left[r_k^2 + r_i^2 - r^2 - \frac{r_k^2 r_i^2}{r^2} \right] + p \cdot \frac{r_i^2}{r_k^2 - r_i^2} \cdot \left(\frac{r_k^2}{r^2} - 1 \right) \quad (11)$$

$$[\sigma_v]_{r=r_i} = p; \quad [\sigma_r]_{r=r_k} = 0 \quad (11a, b)$$

$$\sigma_t = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \left[(3 + \nu) (r_k^2 + r_i^2 + \frac{r_k^2 r_i^2}{r^2}) - (1 + 3\nu) r^2 \right] - p \cdot \frac{r_i^2}{r_k^2 - r_i^2} \left(\frac{r_k^2}{r^2} + 1 \right) \quad (12)$$

$$[\sigma_t]_{r=r_i} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{4} [(3 + \nu) \cdot r_k^2 + (1 - \nu) \cdot r_i^2] - p \cdot \frac{r_k^2 + r_i^2}{r_k^2 - r_i^2} \quad (12a)$$

$$[\sigma_t]_{r=r_k} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{4} [(1 - \nu) \cdot r_k^2 + (3 + \nu) r_i^2] - p \cdot \frac{2 \cdot r_i^2}{r_k^2 - r_i^2}. \quad (12b)$$

A (6a) és (10a) összefüggések alapján nyilván

$$[y_d]_{r=r_i} > [y_a]_{r=r_i}$$

lesz.

Ha tehát a tárcsát és a gyűrűt azonos r_i külső-, ill. belső sugárral készítik el, a melegen felhúzás útján kötés nem létesíthető.

Kellő szilárdságú kötés vagy a kívánt palástnyomás a tárcsa és gyűrű között csak úgy létesíthető ha az

$$[y_d]_{r=r_i} - [y_a]_{r=r_i} = \Delta \quad (13)$$

felhasználásával vagy a tárcsa sugarát r_i helyett $(r_i + \Delta)$ -ra, vagy pedig a gyűrű belső sugarát r_i helyett $(r_i - \Delta)$ -ra készítik el. Ha ennek dacára a tárcsánál vagy gyűrűnél (ott, ahol Δ méretváltozást alkalmazták) egyszerűség kedvéért a sugárirányú elmozdulásokat és a feszültségeket $(r_i + \Delta)$, illetőleg $(r_i - \Delta)$ helyett r_i -vel számítják, a kiadódó értékek — kis mértékben — pontatlanokká válnak. Mivel azonban a Δ az r_i -nek legföljebb 1 ezrelékét teheti ki, tehát az így elkövetett hiba elhanyagolhatóan kicsi (szélső esetben 3 ‰) lesz; és ama határ alatt marad, amennyire az E és ν értékeiben foglalt bizonytalanságok miatt a kapott összefüggések pontossága tehető.

Behelyettesítve a (13)-ba a (6a) és (10a) alatti értékeket, lesz az előírt p palástnyomás megvalósításához szükséges sugárkülönbség:

$$\Delta = \frac{r_k^2 \cdot r_i}{E} \cdot \left[\frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{4} \cdot (3 + \nu) - \frac{2}{r_k^2 - r_i^2} \cdot p \right]. \quad (13a)$$

Ezt p -re megoldva adódik az a palástnyomás, amelyet a fent vázolt módon alkalmazott Δ sugárkülönbség előidéz:

$$p = (r_k^2 - r_i^2) \cdot \left[\frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \cdot (3 + \nu) - \frac{\Delta \cdot E}{2 \cdot r_k^2 \cdot r_i} \right]. \quad (13b)$$

Az utóbbi összefüggés azt mutatja, hogy adott méretek és anyagi tulajdonságok mellett bármily ω szögsebességhez tartozik olyan Δ sugárkülönbség, amely mellett a palástnyomás 0-ra csökken, a kötés tehát meglazul. Az ehhez tartozó kritikus szögsebesség ω_k lesz:

$$\omega_k = \frac{2}{r_k} \cdot \sqrt{\frac{1}{3 + \nu} \cdot \frac{g}{\gamma} \cdot \frac{\Delta \cdot E}{r_i}}, \quad (14)$$

vagy n_k percenkénti fordulatszámmal:

$$n_k = \frac{60}{\pi \cdot r_k} \cdot \sqrt{\frac{1}{3 + \nu} \cdot \frac{g}{\gamma} \cdot \frac{\Delta \cdot E}{r_i}}. \quad (14a)$$

Arra a gyakorlati esetre, hogy nem a palástnyomás van előre megadva, hanem már meglevő-, tehát adott méretű tárcsa és gyűrű közötti kötést kell ellenőrizni, a p (13b)alatti értékének a fenti összefüggésekbe való behelyettesítése útján a tárcsára (ahol $0 \leq r \leq r_i$) a 6,7 és 8. összefüggések helyett lesz:

$$y_a = \frac{1 - \nu}{E} \left[\frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \{ (3 + \nu) \cdot r_k^2 \cdot r - (1 + \nu) \cdot r^3 \} - \frac{\Delta \cdot E}{2} \cdot \frac{r_k^2 - r_i^2}{r_k^2 \cdot r_i} \cdot r \right] \quad (15)$$

$$[y_a]_{r=r_i} = \frac{1-\nu}{E} \left[\frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \{ (3+\nu) \cdot r_k^2 r_i - (1+\nu) \cdot r_i^3 \} - \frac{\Delta \cdot E}{2} \cdot \frac{r_k^2 - r_i^2}{r_k^2} \right] \quad (15a)$$

$$\sigma_r = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} (3+\nu) (r_k^2 - r^2) - \frac{\Delta \cdot E}{2} \cdot \frac{r_k^2 - r_i^2}{r_k^2 \cdot r_i} \quad (16)$$

$$[\sigma_r]_{r=0} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \cdot (3+\nu) \cdot r_k^2 - \frac{\Delta \cdot E}{2} \cdot \frac{r_k^2 - r_i^2}{r_k^2 \cdot r_i} \quad (16a)$$

$$[\sigma_r]_{r=r_i} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} (3+\nu) (r_k^2 - r_i^2) - \frac{\Delta \cdot E}{2} \cdot \frac{r_k^2 - r_i^2}{r_k^2 \cdot r_i} \quad (16b)$$

$$\sigma_t = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} [(3+\nu) \cdot r_k^2 - (1+3\nu) \cdot r^2] - \frac{\Delta \cdot E}{2} \cdot \frac{r_k^2 - r_i^2}{r_k^2 \cdot r_i} \quad (17)$$

$$[\sigma_t]_{r=0} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} (3+\nu) \cdot r_k^2 - \frac{\Delta \cdot E}{2} \cdot \frac{r_k^2 - r_i^2}{r_i^2 \cdot r_i} = [\sigma_r]_{r=0} \quad (17a)$$

$$[\sigma_t]_{r=r_i} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} [(3+\nu) \cdot r_k^2 - (1+3\nu) \cdot r_i^2] - \frac{\Delta \cdot E}{2} \cdot \frac{r_k^2 - r_i^2}{r_k^2 \cdot r_i} \quad (17b)$$

Hasonlóan a gyűrűre ($r_i \leq r \leq r_k$) a (10), (11), (12) helyett

$$y_a = \frac{1-\nu}{E} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} [(3+\nu) r_k^2 \cdot r - (1+\nu) \cdot r^3] + \frac{r_i}{2} \left[(1-\nu) \frac{r}{r_k^2} + (1+\nu) \frac{1}{r} \right] \cdot \Delta \quad (18)$$

$$[y_a]_{r=r_i} = \frac{1-\nu}{E} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} [(3+\nu) \cdot r_k^2 r_i - (1+\nu) \cdot r_i^3] + \left[(1-\nu) \frac{r_i^2}{r_k^2} + (1+\nu) \right] \cdot \frac{\Delta}{2} \quad (18a)$$

$$\sigma_r = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} (3+\nu) \cdot (r_k^2 - r^2) - \frac{E \cdot r_i}{2} \cdot \left[\frac{r_k^2 - r^2}{r_k^2 \cdot r^2} \right] \cdot \Delta \quad (19)$$

$$[\sigma_r]_{r=r_i} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} (3+\nu) (r_k^2 - r_i^2) - \frac{E}{2} \left[\frac{r_k^2 - r_i^2}{r_k^2 \cdot r_i} \right] \cdot \Delta; \quad [\sigma_r]_{r=r_k} = 0 \quad (19a, b)$$

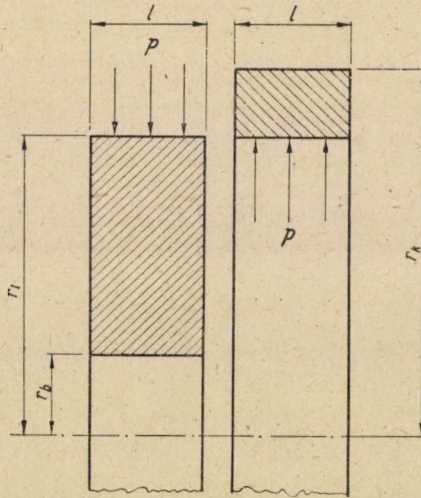
$$\sigma_t = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} [(3+\nu) \cdot r_k^2 - (1+3\nu) \cdot r^2] + \frac{E \cdot r_i}{2} \cdot \left[\frac{r_k^2 + r^2}{r_k^2 \cdot r^2} \right] \cdot \Delta \quad (20)$$

$$[\sigma_t]_{r=r_i} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \cdot [(3 + \nu) \cdot r_k^2 - (1 + 3\nu) \cdot r_i^2] + \frac{E}{2} \cdot \left[\frac{r_k^2 + r_i^2}{r_k^2 \cdot r_i} \right] \cdot \Delta \quad (20a)$$

$$[\sigma_t]_{r=r_k} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{4} (1 - \nu) \cdot r_k^2 + E \cdot \frac{r_i}{r_k^2} \cdot \Delta \quad (20b)$$

IV. Két gyűrű illesztése

A műszaki gyakorlat számára másik fontos eset az, amikor az r_b belső-, és r_i névleges külső sugarú gyűrűre az r_i belső névleges sugarú-, és r_k külső



3. ábra

sugarú másik gyűrűt kell melegen ráhúzni úgy, hogy az illesztett felületek között az előírt p palástnyomás jöjjön létre (3. ábra).

Ebben az esetben a belső gyűrűre előírandó határfeltételek:

$$[\sigma_r]_{r=r_i} = p; \quad [\sigma_r]_{r=r_b} = 0, \quad (21)$$

a külső gyűrűre pedig:

$$[\sigma_r]_{r=r_i} = p; \quad [\sigma_r]_{r=r_k} = 0. \quad (22)$$

Ezek alapján lesz a sugárirányú elmozdulás a belső gyűrűre (amelyre $r_b \leq r \leq r_i$)

$$y_a = \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \left[\frac{3 + \nu}{1 + \nu} \cdot (r_i^2 + r_b^2) \cdot r + \frac{3 + \nu}{1 - \nu} \cdot \frac{r_i^2 \cdot r_b^2}{r} - r^3 \right] + \frac{p}{E} \cdot \frac{r_i^2}{r_i^2 - r_b^2} \left[(1 - \nu) \cdot r + (1 + \nu) \frac{r_b^2}{r} \right] \quad (23)$$

$$\begin{aligned}
 [y_a]_{r=r_i} &= \frac{1}{E} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{4} [(1-\nu) \cdot r_i^3 + (3+\nu) \cdot r_i \cdot r_b^2] + \\
 &+ \frac{P}{E} \cdot \frac{r_i}{r_i^2 - r_b^2} [(1-\nu) \cdot r_i^2 + (1+\nu) \cdot r_b^2] \quad (23a)
 \end{aligned}$$

$$\sigma_r = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} (3+\nu) \left[r_i^2 + r_b^2 - r^2 - \frac{r_i^2 \cdot r_b^2}{r^2} \right] + \frac{r_i^2}{r_i^2 - r_b^2} \cdot \left(1 - \frac{r_b^2}{r^2} \right) \cdot P \quad (24)$$

$$[\sigma_r]_{r=r_b} = 0; \quad [\sigma_r]_{r=r_i} = P \quad (24a, b)$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_t &= \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \left[(3+\nu) \cdot \left(r_i^2 + r_b^2 + \frac{r_i^2 \cdot r_b^2}{r^2} \right) - (1+3\nu) r^2 \right] + \\
 &+ \frac{r_i^2}{r_i^2 - r_b^2} \cdot \left(1 + \frac{r_b^2}{r^2} \right) \cdot P \quad (25)
 \end{aligned}$$

$$[\sigma_t]_{r=r_b} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{4} [(3+\nu) \cdot r_i^2 + (1-\nu) \cdot r_b^2] + \frac{2r_i^2}{r_i^2 - r_b^2} \cdot P \quad (25a)$$

$$[\sigma_t]_{r=r_i} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{4} [(1-\nu) \cdot r_i^2 + (3+\nu) \cdot r_b^2] + \frac{r_i^2 + r_b^2}{r_i^2 - r_b^2} \cdot P. \quad (25b)$$

A külső gyűrűre ($r_i \leq r \leq r_k$)

$$\begin{aligned}
 y_d &= \frac{1-\nu^2}{E} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \cdot \left[\frac{3+\nu}{1+\nu} \cdot (r_k^2 + r_i^2) \cdot r + \frac{3+\nu}{1-\nu} \cdot \frac{r_k^2 \cdot r_i^2}{r} - r^3 \right] - \\
 &- \frac{P}{E} \cdot \frac{r_i^2}{r_k^2 - r_i^2} \left[(1-\nu) \cdot r + (1+\nu) \cdot \frac{r_k^2}{r} \right] \quad (26)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 [y_d]_{r=r_i} &= \frac{1}{E} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{4} [(3+\nu) \cdot r_k^2 \cdot r_i + (1-\nu) \cdot r_i^3] - \\
 &- \frac{P}{E} \cdot \frac{r_i}{r_k^2 - r_i^2} [(1-\nu) \cdot r_i^2 + (1+\nu) \cdot r_k^2] \quad (26a)
 \end{aligned}$$

$$\sigma_r = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} (3+\nu) \left[r_k^2 + r_i^2 - r^2 - \frac{r_k^2 \cdot r_i^2}{r^2} \right] + \frac{r_i^2}{r_k^2 - r_i^2} \left[\frac{r_k^2}{r^2} - 1 \right] \cdot P \quad (27)$$

$$[\sigma_r]_{r=r_i} = P; \quad [\sigma_r]_{r=r_k} = 0 \quad (27a, b)$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_t &= \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \left[(3+\nu) \cdot \left(r_k^2 + r_i^2 + \frac{r_k^2 \cdot r_i^2}{r^2} \right) - (1+3\nu) \cdot r^2 \right] - \frac{r_i^2}{r_k^2 - r_i^2} \cdot \left(1 + \frac{r_k^2}{r^2} \right) \cdot P \\
 &\quad (28)
 \end{aligned}$$

$$[\sigma_t]_{r=r_i} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{4} [(3 + \nu) \cdot r_k^2 + (1 - \nu) \cdot r_i^2] - \frac{r_k^2 + r_i^2}{r_k^2 - r_i^2} \cdot p \quad (28a)$$

$$[\sigma_t]_{r=r_k} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{4} [(1 - \nu) \cdot r_k^2 + (3 + \nu) \cdot r_i^2] - \frac{2 \cdot r_k^2}{r_k^2 - r_i^2} \cdot p. \quad (28b)$$

Az előző esethez hasonlóan itt is képeznünk kell az

$$[y_a]_{r=r_i} - [y_a]_{r=r_i} = \Delta \quad (29)$$

különbséget, amelyből kiszámítható az r_i névleges sugarú felületeken az előírt p palástnyomás megvalósításához szükséges sugárkülönbség. Világos, hogy itt is vagy a külső gyűrű belső sugarát kell $(r_i - \Delta)$ -ra vagy a belső gyűrű külső sugarát $(r_i + \Delta)$ -ra elkészíteni.

A (23a) és (26a) alatti összefüggések fölhasználásával lesz :

$$\Delta = \frac{r_i(r_k^2 - r_b^2)}{E} \cdot \left[\frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{4} \cdot (3 + \nu) - \frac{2 \cdot r_i^2}{(r_k^2 - r_i^2)(r_i^2 - r_b^2)} \cdot p \right]. \quad (30a)$$

Ezt a p -re megoldva lesz :

$$p = \frac{(r_k^2 - r_i^2)(r_i^2 - r_b^2)}{2r_i^2} \cdot \left[\frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{4} \cdot (3 + \nu) - \frac{\Delta \cdot E}{r_i(r_k^2 - r_b^2)} \right]. \quad (30b)$$

Ama kritikus szögsebesség ω_k , amelynél az adott ω üzemi szögsebességre előírt p palástnyomás 0-ra csökken, lesz :

$$\omega_k = 2 \cdot \sqrt{\frac{1}{3 + \nu} \cdot \frac{g}{\gamma} \cdot \frac{E \cdot \Delta}{r_i(r_k^2 - r_b^2)}}, \quad (31)$$

vagy ugyanez a percenkénti fordulatszámmal megadva :

$$n_k = \frac{60}{\pi} \sqrt{\frac{1}{3 + \nu} \cdot \frac{g}{\gamma} \cdot \frac{E \cdot \Delta}{r_i(r_k^2 - r_b^2)}}. \quad (31a)$$

Mint a fenti első esetben, úgy itt is kifejezhetők a sugárirányú eltolódások és a feszültségek a p palástnyomás helyett a Δ sugárkülönbséggel :

Mégpedig lesz a belső gyűrűre ($r_b \leq r \leq r_i$) a (23), (24) és (25) alattiak helyett :

$$y_a = \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \cdot \left[\frac{3 + \nu}{1 + \nu} \cdot (r_k^2 + r_b^2) \cdot r + \frac{3 + \nu}{1 - \nu} \cdot \frac{r_k^2 r_b^2}{r} - r^3 \right] - \frac{r_k^2 - r_i^2}{2 \cdot r_i(r_k^2 + r_b^2)} \left[(1 + \nu) \cdot r + (1 + \nu) \cdot \frac{r_b^2}{r} \right] \cdot \Delta \quad (32)$$

$$[y_d]_{r=r} = \frac{1-\nu^2}{E} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \left[\frac{3+\nu}{1+\nu} \cdot (r_k^2 + r_b^2) \cdot r_i + \frac{3+\nu}{1-\nu} \cdot \frac{r_k^2 \cdot r_b^2}{r_i} - r_i^3 \right] - \frac{r_k^2 - r_i^2}{2 \cdot r_i (r_k^2 - r_b^2)} \left[(1-\nu) \cdot r_i + (1+\nu) \cdot \frac{r_b^2}{r_i} \right] \cdot \Delta \quad (32a)$$

$$\sigma_r = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} (3+\nu) \cdot \left(r_k^2 + r_b^2 - r^2 - \frac{r_k^2 \cdot r_b^2}{r^2} \right) - \frac{E}{2} \cdot \frac{r_k^2 - r_i^2}{r_i (r_k^2 - r_b^2)} \cdot \left(1 - \frac{r_b^2}{r^2} \right) \cdot \Delta \quad (33)$$

$$[\sigma_r]_{r=r} = 0; \quad [\sigma_r]_{r=r_i} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} (3+\nu) \left(r_k^2 + r_b^2 - r_i^2 - \frac{r_k^2 \cdot r_b^2}{r_i^2} \right) - \frac{E}{2 \cdot r_i^3} \frac{(r_k^2 - r_i^2)(r_i^2 - r_b^2)}{r_k^2 - r_b^2} \cdot \Delta \quad (33a, b)$$

$$\sigma_t = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \left[(3+\nu) \left(r_k^2 + r_b^2 + \frac{r_k^2 \cdot r_b^2}{r^2} \right) - (1+3\nu) \cdot r^2 \right] - \frac{E}{2} \cdot \frac{r_k^2 - r_i^2}{r_i (r_k^2 - r_b^2)} \cdot \left(1 + \frac{r_b^2}{r^2} \right) \cdot \Delta \quad (34)$$

$$[\sigma_t]_{r=r_b} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{4} [(3+\nu) \cdot r_k^2 + (1-\nu) \cdot r_b^2] - E \cdot \frac{r_k^2 - r_i^2}{r_i (r_k^2 - r_b^2)} \cdot \Delta \quad (34a)$$

$$[\sigma_t]_{r=r} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \left[(3+\nu) \left(r_k^2 + r_b^2 + \frac{r_k^2 \cdot r_b^2}{r^2} \right) - (1+3\nu) \cdot r_i^2 \right] - \frac{E}{2} \frac{(r_k^2 - r_i^2)(r_i^2 + r_b^2)}{r_i^3 (r_k^2 - r_b^2)} \cdot \Delta \quad (34b)$$

A külső gyűrűre ($r_i \leq r \leq r_k$) a következő összefüggések származnak a (26), (27) és (28) alattiak helyett:

$$y_d = \frac{1-\nu^2}{E} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \left[\frac{3+\nu}{1+\nu} \cdot (r_k^2 + r_b^2) \cdot r + \frac{3+\nu}{1-\nu} \cdot \frac{r_k^2 r_b^2}{r^2} - r^3 \right] + \frac{r_i^2 - r_b^2}{2 \cdot r_i (r_k^2 - r_b^2)} \cdot \left[(1-\nu) \cdot r + (1+\nu) \frac{r_k^2}{r} \right] \cdot \Delta \quad (35)$$

$$[y_d]_{r=r_i} = \frac{1-\nu^2}{E} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \left[\frac{3+\nu}{1+\nu} \cdot (r_k^2 + r_b^2) \cdot r_i + \frac{3+\nu}{1-\nu} \cdot \frac{r_k^2 \cdot r_b^2}{r_i^2} - r_i^3 \right] + \frac{r_i^2 - r_b^2}{2(r_k^2 - r_b^2)} \left[(1-\nu) + (1+\nu) \frac{r_k^2}{r_i^2} \right] \cdot \Delta \quad (35a)$$

$$\sigma_r = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \cdot (3 + \nu) \left(r_k^2 + r_b^2 - \frac{r_k^2 \cdot r_b^2}{r^2} - r^2 \right) - \frac{E}{2} \cdot \frac{r_i^2 - r_b^2}{r_i(r_k^2 - r_b^2)} \cdot \left(\frac{r_k^2}{r^2} - 1 \right) \cdot \Delta \quad (36)$$

$$[\sigma_r]_{r=r_i} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \cdot (3 + \nu) \left(r_k^2 + r_b^2 - \frac{r_k^2 \cdot r_b^2}{r_i^2} - r_i^2 \right) - \frac{E}{2} \cdot \frac{(r_k^2 - r_i^2)(r_i^2 - r_b^2)}{r_i^3(r_k^2 - r_b^2)} \cdot \Delta; \quad [\sigma_r]_{r=r_k} = 0 \quad (36a, b)$$

$$\sigma_i = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \left[(3 + \nu) \left(r_k^2 + r_b^2 + \frac{r_k^2 \cdot r_b^2}{r^2} \right) - (1 + 3\nu) \cdot r^2 \right] + \frac{E}{2} \cdot \frac{r_i^2 - r_b^2}{r_i(r_k^2 - r_b^2)} \cdot \left(\frac{r_k^2}{r^2} + 1 \right) \cdot \Delta \quad (37)$$

$$[\sigma_i]_{r=r_i} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} \cdot \left[(3 + \nu) \left(r_k^2 + r_b^2 + \frac{r_k^2 \cdot r_b^2}{r_i^2} \right) - (1 + 3\nu) \cdot r_i^2 \right] - \frac{E}{2} \cdot \frac{(r_k^2 + r_i^2)(r^2 - r_b^2)}{r_i^3(r_k^2 - r_b^2)} \cdot \Delta \quad (37a)$$

$$[\sigma_i]_{r=r_k} = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\omega^2}{8} [(1 - \nu) \cdot r_k^2 + (3 + \nu) \cdot r_b^2] + E \cdot \frac{r_i^2 - r_b^2}{r_i(r_k^2 - r_b^2)} \cdot \Delta. \quad (37b)$$

A fent közölt képletekkel kapcsolatban még megemlíthető, hogyha a (6), (7), (8), (10), (11), (12), (23), (24), (25), (26), (27) és (28) alatti összefüggésekben az ω^2 szorzót tartalmazó tagokat elhagyjuk, akkor a *Findeisen* [1] közölte, nyugalmi állapotra vonatkozó képleteket kapjuk.

Forgó gyűrűk és tárcsák esetében a melegen való felhúzás útján előállítandó kötő illesztés körülményei az eddigi összefüggések alapján ellenőrizhetők. Csak az szükséges, hogy vagy az illesztett felületek között előírandó palástnyomást, vagy pedig a sugárirányú méretkülönbséget ismerjük. Hogy ezek hogyan választandók meg, az esetről-esetre a mindenkori körülmények alapján mérlegelendő; erre általános érvényű szabályt felállítani nem lehet.

V. A melegen való felhúzás végrehajtásához szükséges hőmérséklet-különbség

Ahhoz, hogy a melegen való felhúzással illesztendő elempár közötti kötés könnyen, nagyobb erők alkalmazásának szükségessége nélkül előállítható legyen, nyilvánvalóan az szükséges, hogy az elempár külső eleme a másikhoz képest olyan ϑ hőmérséklet különbséggel legyen felmelegítve, amely mellett a hőtágulás nemcsak a kiszámított Δ sugárkülönbséget, hanem még a toló-illesztésnek megfelelő játékot is kiadja.

Jelöljük ezt a játékot — amit az átmérő különbségére szokás megadni — j -vel, a felmelegítő gyűrű anyagának lineáris hőtágulási tényezőjét β -vel, úgy r_i illesztési sugár mellett lesz

$$2 \cdot r_i \cdot \beta \cdot \vartheta = 2 \cdot \Delta + j, \quad (38)$$

amiből

$$\vartheta = \frac{2 \cdot \Delta + j}{2 \cdot r_i \cdot \beta} \quad (38)$$

szénacélnál β általában $1.1-1.3 \cdot 10^{-5}$ -nek vehető.

A hőtágulási együtthatóra az acél ötvöző anyagai közül egyedül a nikkelnak van erősebb befolyása, amennyiben 20% nikkeltartalomnál a β felmegy 2×10^{-5} -re; viszont a 36%-os nikkelacél (invar, indilatan) hőtágulási együtthatója már csak $\approx 1,5 \times 10^{-6}$ körül van.

A j -re célszerű azt az értéket felvenni, amit pl. az I. S. A. illesztési rendszer a H6—h6, vagy H7—h6 jelzésű tolóillesztésekhez mint közepes játékot megad. Mégpedig lesz az illesztett átmérő nagysága szerint :

$2 \cdot r_i$ mm =	10—18	18—30	30—50	50—80
j μ =	11—18	13—22	16—25	19—30
$2 \cdot r_i$ mm =	80—120	120—180	180—250	
j μ =	22—35	25—40	30—46	

Ez esetben a külső gyűrűnek a kiszámított mértékű felmelegítésekor az illesztett felületek egymásban könnyen eltolhatók.

Kiszámítható az a ϑ_e hőmérséklet-különbség is, amely mellett az illesztendő elempár éppen érintkezésbe kerül, amelynél tehát szilárdsági igénybevétel még nincsen. Ez lesz

$$\vartheta_e = \frac{2 \cdot \Delta}{2 \cdot r_i \cdot \beta} = \vartheta \cdot \frac{2 \cdot \Delta}{2 \cdot \Delta + j} \quad (38a)$$

Ez utóbbi tehát annál kisebb lesz a ϑ -hez képest, minél nagyobb a játék a 2Δ előírt átmérőkülönbséghez képest.

VI. Üzemi körülmények okozta hőfok-különbségek befolyása a kötés szilárdságára

A gyakorlatban számolni kell azzal a lehetőséggel is, hogy a gépben, amelynek alkatrészei között az illesztett kötés van, üzemi okokból egyenlőtlen hőfok- eloszlás mutatkozik. A kötés szilárdsága nyilván csak akkor lesz veszélyeztetve, ha az elempár külső gyűrűje melegebb a belsőhöz képest.

Az illesztett elemek között üzemi okokból előálló hőfok-különbséget ϑ_a -vel jelölve, a külső gyűrű tényleges sugárnövekedése a (18 a), ill. a (35 a) alatt megadott értékek helyett

$$[y_a]_{r=r_i} + r_i \cdot \beta \cdot \vartheta_a$$

lesz. Ez annyit jelent, hogy a Δ sugárkülönbségnek csak egy része, és pedig

$$\Delta - r_i \cdot \beta \cdot \vartheta_{\bar{u}}$$

fog arra szolgálni, hogy palástnyomást hozzon létre. Ha a palástnyomás ennek következtében előálló változását $p_{\bar{u}}$ -vel jelöljük, úgy a (13b) és (30b) alatti összefüggések értelemszerű felhasználásával kapjuk teli tárcsa esetében:

$$p_{\bar{u}} = \frac{r_k^2 - r_i^2}{2 \cdot r_k^2} \cdot E \cdot \beta \cdot \vartheta_{\bar{u}} \quad (39a)$$

Akkor pedig, ha a belső elem is gyűrű, adódik:

$$p_{\bar{u}} = \frac{(r_k^2 - r_i^2)(r_i^2 - r_b^2)}{2 \cdot r_i^2 \cdot (r_k^2 - r_b^2)} \cdot E \cdot \beta \cdot \vartheta_{\bar{u}} \quad (39b)$$

Az utóbbi két kifejezés $p_{\bar{u}}$ abszolút értékét adja meg. Minden olyan esetben, amikor a külső gyűrű melegebb a belső tárcsánál vagy gyűrűnél, a tényleges p palástnyomás a $p_{\bar{u}}$ utóbbi értékeivel csökkenni fog.

A szóban forgó esetben természetesen a szilárdsági igénybevételek is változni fognak. Ezek megváltozott értékei ugyancsak kiszámíthatók, ha a megfelelő összefüggésekben p helyett $(p - p_{\bar{u}})$ -t helyettesítünk.

VII. A vizsgálat kiterjesztése arra az esetre, hogy a külső gyűrű szélessége az illesztés alkotómenti hosszúságánál sokszorosán nagyobb

A gépszerkesztési gyakorlat számára fontossággal bír még annak az esetnek a vizsgálata, amikor a külső gyűrű alkotóirányú mérete az illesztés szélességének sokszorososa, tehát a külső gyűrű az illesztési helyen pl. egyik oldalon túlnyúlik. Ez az eset pl. centrifugadoboknak az agyrészre való fölhúzásánál (4. ábra), ahol a dobköpenynek csak egy rövidebb alkotóirányú darabja kerül az agyként szereplő hengeres határolású alkatrésszel érintkezésbe.

A kérdés, amelynek tisztázása itt még szükségesnek mutatkozik, az, hogy a külső gyűrűnek — amelyet most dobnak nevezhetünk — az illesztésen túl nyúló darabjában milyen igénybevételek keletkeznek. Nyilvánvaló, hogy a kérdés felvetése indokolt minden olyan esetben, amikor a dobnak az alkotómenti sávjai hajlítási merevséggel is bírnak.

A most kitűzött feladat a következő feltevések és megszorítások mellett aránylag egyszerű megoldást ad:

1. A dobköpeny tengelyirányú hosszúsága az átmérőhöz képest nagy, az utóbbinak legalább 3, 4-szerese.

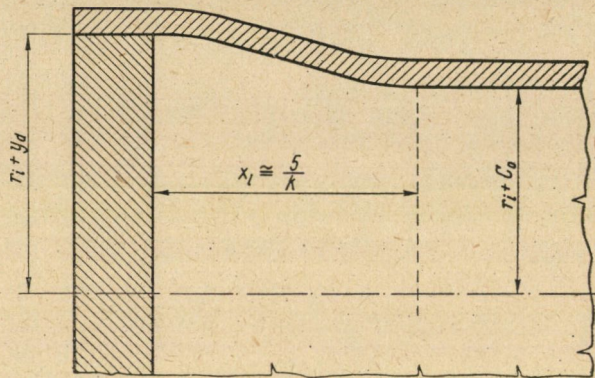
2. A dobköpeny átmérője nem nagyobb 20 cm-nél. Ez a feltétel a supercentrifugák dobjainál, ahol a kérdés érdekléssel bír, általában teljesítve van.

3. A dob falvastagsága a dob sugarához, a sugárirányú méretváltozás pedig a falvastagsághoz képest kicsi.

4. A dobpalástnak alkotó irányú merevsége is van.

5. A dob fenék-, és fejlemeze, vagy az ezeket helyettesítő záróelemek tengelyirányban mereveknek tekinthetők.

A feladat megoldása ugyanazon az úton lehetséges, amelyet szerző egyik korábbi dolgozatában [6] lefektetett. Legyen a dob külső és belső sugara — úgy, mint a fentiekben — r_k és r_i , a sugárirányú méretváltozást, amelyet itt az x



4. ábra

tengelyirányú koordináta függvényében kell meghatározni, itt is y -al jelöljük. A dobfal anyagának γ_f fajsúlya mellett a dobfal saját centrifugális erejéből származó, és a dobot belülről terhelő p_f palástnyomás:

$$p_f = \frac{\gamma_f \cdot \omega^2}{2 \cdot g} \cdot (r_k^2 - r_i^2). \quad (40)$$

A dob töltéséből származó palástnyomás p_t pedig lesz, ha γ_t a töltés fajsúlya, és r_t a töltés belső határolását adó hengerfelület sugara:

a) folyadéktöltés esetében

$$p_t = \frac{\gamma_t \cdot \omega^2}{2 \cdot g} \cdot (r_i^2 - r_t^2), \quad (41a)$$

b) akkor pedig, ha a töltést γ_t térfogatsúlyú szemcsés anyag adja, amelynek szemese-közeit folyadék nem tölti ki:

$$p_t = \frac{1}{3} \cdot \frac{\gamma_t \omega^2}{g} \cdot \left(r_i^2 - \frac{r_t^3}{r_i} \right). \quad (41b)$$

A p_f és p_t összege lesz az a p_0 palástnyomás, mely a dobfalnak a töltéssel érintkező részén a belső terhelést szolgáltatja és a dob alakváltozásainak elő-

idézésében közrejátszik. Azaz

$$p_{\delta} = p_f + p_t \tag{42}$$

ezzel a nyomással egyensúlyt a dobköpeny rugalmas alapváltozásai által felkeltett erők fognak tartani. A héjjak elmélete [4, 5] alapján, de közvetlenül is [6] levezethető a terhelő, és a keletkező rugalmas erők közötti dinamikai egyensúlyból a dobköpeny y sugárirányú méretváltozását meghatározó negyedrendű lineális differenciál-egyenlet :

$$\frac{E \cdot (r_k - r_i)^3}{12(1 - \nu^2)} \cdot \frac{d^4 y}{dx^4} + \frac{4 \cdot E \cdot (r_k - r_i)}{(r_k + r_i)^2} \cdot y = p_{\delta}. \tag{43}$$

Bevezetve még a következő jelöléseket :

$$C_0 = \frac{p_{\delta}}{4E} \cdot \frac{(r_k + r_i)^2}{r_k - r_i}, \tag{44a}$$

$$k = \sqrt[4]{12(1 - \nu^2)} \cdot \sqrt{\frac{1}{r_k^2 - r_i^2}}, \tag{44b}$$

amelyekkel a (43) differenciál-egyenlet általános megoldása közvetlenül felírható. Ez $C_1 \dots C_4$ integrálási állandókkal

$$y = C_0 + C_1 \cdot e^{kx} \cdot \cos k \cdot x + C_2 \cdot e^{kx} \cdot \sin k \cdot x + C_3 \cdot e^{-kx} \cdot \cos k \cdot x + C_4 \cdot e^{-kx} \cdot \sin k \cdot x$$

Ez a megoldás azonban adott esetben egyszerűsödik. Minthogy a dobot elég hosszúnak tételeztük fel, amelynek sugárirányú méretváltozásai az x koordinátával nem nőhetnek minden határon túl, tehát az e^{kx} szorzót tartalmazó tagokat el kell hagyni. Ilyen módon lesz a megoldás, a megmaradó integrálási állandókat A és B -vel jelölve :

$$y = C_0 + e^{-kx} \cdot (A \cdot \cos kx + B \cdot \sin kx). \tag{45}$$

Az A és B kiadódnak az adott eset határfeltételeiből. Legyen a koordináta-rendszer kezdőpontja, amelytől az x koordinátát számítjuk abban a pontban, ahol a dobpalást melegen felhúzott része a dob belseje felé végződik. Ebben a pontban, azaz az $x = 0$ helyen a dobköpenynek a melegen felhúzás helyén túlnyúló darabja következtében keletkezik valamelyes többlet-alakváltozás az agyrészben is. Ezt azonban a feladat megoldhatósága érdekében figyelmen kívül hagyjuk, és kiindulunk abból, hogy az $x = 0$ helyen $y = y_d$ —, és a meridián-görbe érintője e helyen az X tengellyel párhuzamos. Ezt a közelítő feltevést azért alkalmazhatjuk, mert az így adódó igénybevételek a valóságnál nyilván kedvezőtlenebbek lesznek. Tehát az előírandó két határfeltétel :

$$[y]_{x=0} = y_d \quad \text{és} \quad \left. \frac{dy}{dx} \right|_{x=0} = 0,$$

ezekkel a fenti megoldás

$$y = C_0 + e^{-k \cdot x} \cdot (y_d - C_0) (\cos k \cdot x + \sin k \cdot x). \quad (46)$$

A megoldásban előforduló fent megadott C_0 nem egyéb, mint az y -nak az az asymptotikus értéke, tehát az a sugárirányú méretváltozás, amely a befalazási helytől kellő távolságban mutatkozik, és amely azonos a p_δ belső túlnyomással a dobban, mint vékonyfalú csőben előidézett sugárirányú méretnövekedéssel. Ez fog mutatkozni maximálisan 1%-os hibával a dobban mindazon helyein, ahol

$$e^{-k \cdot x} < 0,01, \uparrow$$

ebből közelítőleg

$$x_l \geq \frac{5}{k} = 5 \sqrt{\frac{r_k^2 - r_i^2}{12 \cdot (1 - \nu^2)}}.$$

A koordináta-rendszer kezdőpontjából ilyen x_l távolságokban már csak a C_0 méretnövekedés lesz észlelhető.

A melegen felhúzás helyén keletkező y_d lehet a C_0 -nál kisebb és nagyobb is. Bevezetve a

$$\psi = \frac{y_d}{C_0}$$

méretnélküli viszonyszámot, ezzel a (46) alatti megoldás :

$$y = C_0 [1 + e^{-k \cdot x} \cdot (\psi - 1) (\cos kx + \sin kx)]. \quad (46a)$$

Nyilvánvaló, ha

$$\psi = 1 \quad \text{azaz} \quad y_d = C_0,$$

akkor

$$y = C_0 = \text{konst.}$$

A [6] alatt idézett dolgozat megállapításai szerint a dobpalástban a melegen felhúzott darabon túli részben háromféle igénybevétel fog mutatkozni ; az első elvben azonos a fentiekben σ_t -vel jelölt, a falvastagság mentén változó, tangenciális azaz gyűrű-feszültség átlagértékével. Ennek nagysága :

$$[\sigma_t]_{atl.} = \frac{2 \cdot E}{r_k + r_i} \cdot y. \quad (47)$$

A második egy alkotó irányú hajlítófeszültség ; ennek a dobfal külső szálaiban mutatkozó értéke :

$$\sigma_h = \frac{E}{2 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot (r_k - r_i) \cdot \frac{d^2 y}{dx^2}, \quad (48)$$

a harmadik pedig egy nyírófeszültség, amelynek a dobfal-vastagság közép-vonalában jelentkező maximális értéke :

$$\tau = -\frac{E}{8(1-\nu^2)} \cdot (r_k - r_i)^2 \cdot \frac{d^3y}{dx^3}. \quad (49)$$

Az utóbbi két feszültség járulékos feszültségnek nevezhető. A felírt kifejezésekből közvetlenül kiolvasható, hogy ezek mindenütt 0 értékűek lesznek, ahol $y = \text{konst.}$ Ennek feltétele az előzők szerint az, hogy

$$y_d = C_0$$

legyen. Ha tehát mód van arra, hogy a fentiekben p -val jelölt illesztési palástnyomást úgy válasszuk, hogy az illesztés következtében előálló $[y_d]_{r=r_i}$ sugárnövekedés a (44a) alatti összefüggésből számítható C_0 -val legyen azonos, úgy a szóban forgó járulékos feszültségek létrejöttét egészen el lehet kerülni.

Az $y_d = C_0$ feltétel nyilván minden olyan esetben teljesíthető, amikor az egyéb feltételek alapján előírt p palástnyomás a C_0 -nál kisebb y_d -t eredményezne. Ilyenkor a melegen felhúzott dobköpenyrész kötésének szilárdsága nincs veszélyeztetve azzal, ha a palástnyomást olyan nagyobb értéknek választják, amely kiadja a C_0 -al azonos $[y_d]_{r=r_i}$ -t.

Nehézség a járulékos feszültségek tekintetében csak akkor mutatkozik, ha az előírandó p palástnyomás alapján kiadódó y_d nagyobb lesz, mint a C_0 . Ez esetben a járulékos feszültségek keletkezését nem lehet elkerülni.

E feszültségek kifejezései az x abszcissa függvényében a következők lesznek. A tangenciális — gyűrű — feszültség átlag-értéke

$$[\sigma_r]_{\text{átl.}} = \frac{2 \cdot E}{r_k + r_i} \cdot [C_0 + e^{-k \cdot x} \cdot (y_d - C_0) (\cos kx + \sin kx)], \quad (50)$$

a hajlítófeszültség

$$\sigma_h = \mp \frac{E}{1 - \nu^2} \cdot (r_k - r_i) \cdot k^2 \cdot (y_d - C_0) \cdot e^{-kx} (\sin kx - \cos kx), \quad (51)$$

a nyírófeszültség pedig :

$$\tau = -\frac{E}{2(1 - \nu^2)} (r_k - r_i)^2 \cdot k^3 \cdot (y_d - C_0) \cdot e^{-kx} \cdot \cos kx. \quad (52)$$

Amint látható, a két járulékos feszültség arányos az $(y_d - C_0)$ különbséggel. Ebből következik, hogy minden olyan esetben, amikor

$$y_d < 2 \cdot C_0,$$

a melegen felhúzás a dobban létrejövő igénybevételek szempontjából előnyösebb a többi összeerősítési móddal szemben.

Az egyes feszültségekre nézve a részletesebb vizsgálat a következő eredményeket adja; a gyűrűfeszültség az $x = 0$ helyen:

$$[\sigma_t]_{\text{átl.}} = \frac{2 \cdot E}{r_k + r_i} \cdot y_d \quad (50a)$$

értéket veszi fel, amely az

$$x_l > \frac{5}{k} = 5 \cdot \sqrt{\frac{r_k^2 - r_i^2}{12(1 - \nu^2)}}$$

helyeken, közbenső maximum felvétele nélkül átmegy a

$$[\sigma_t]_{\text{átl.}} = \frac{2 \cdot E}{r_k + r_i} \cdot C_0 \quad (50b)$$

értékbe.

A két járulékos feszültségnek a méretezés szempontjából mértékadó legnagyobb értékei nem a matematikai értelemben vett szélső értékek helyein adódnak, hanem az $x = 0$ helyen. Mégpedig:

$$[\sigma_h]_{\text{max}} = \mp \sqrt{\frac{12}{1 - \nu^2}} \cdot \frac{E \cdot (y_d - C_0)}{r_k + r_i} \quad (51a)$$

$$\tau_{\text{max}} = - \frac{(12)^{1/4}}{2\sqrt{1 - \nu^2}} \cdot \sqrt{\frac{r_k - r_i}{r_k + r_i}} \cdot \frac{E \cdot (y_d - C_0)}{r_k + r_i} \quad (52a)$$

Emez összefüggések ismeretében a dob szilárdsági ellenőrzése a melegen felhúzás helyén túli palástrészekben is elvégezhető.

IRODALOM

1. F. FINDEISEN: *Neuzeitliche Maschinenelemente*. 2. kötet. Schweizer Druck und Verlags-haus AG Zürich 1953.
2. I. W. GECKELER: *Rotations-symmetrische Beanspruchungen*. *Az Auerbach-Horth*: Hand-buch d. phys. u. techn. Mechanik című mű IV/1. kötetének 240. oldalán.
3. J. H. FAUPEL: *Designing for shrinking fits*. *Machine Design* 1954. Vol. 24. januári 1. számá-nak 114. oldalán.
4. A. és L. FÖPPL: *Drang und Zwang*, II. kötet. (Oldenbourg, München, 1920.)
5. I. W. GECKELER: *Über die Festigkeit achsensymmetrischer Schalen*. (Forschungsarbeiten, 276. füzet, V. D. I. Vlg. Berlin.)
6. DR. THAMM ISTVÁN: *Hengeres centrifugadobok pontosabb szilárdsági számítása*. A Magyar Mérnök- és Építész Egylet Közlönyének 1939. évfolyama 51–52. számában.

ELLIPSZIS ALAPRAJZÚ OLDALNYOMÁSMENTES HÉJSZERKEZET

SZMODITS KÁZMÉR

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI INTÉZET LABORATÓRIUMA

[Beérkezett 1954. október 1-én]

A héjszerkezetek egyik legelőnyösebb tulajdonsága az oldalnyomásmentes kialakítás lehetősége. Az oldalnyomásmentes héj a megtámasztó egyenes falakra csak azok síkjába eső, a megtámasztó görbe falakra pedig csak azok érintősíkjaiba eső erőket ad át, mely erők függőleges alkotóinak összege egyenlő a héjfelületre ható függőleges terhelő erők összegével. Membránhéjak esetén az oldalnyomásmentes kialakítás akkor valósítható meg, ha a membránhéj egyensúlyi követelményét kifejező ún. héjegyenesletnek létezik az oldalnyomásmentesség kerületi feltételeit kielégítő megoldása és a megtámasztó szerkezet megfelelő kialakításával e kerületi feltételek érvényesülése biztosítható. Az oldalnyomásmentes membránhéjak a kerületi megtámasztás módja szerint kétfélék lehetnek: úgymint a megtámasztó falak síkjában vagy — görbe falak esetén — azok érintősíkjaiba eső általános irányú szegélyerőket tartalmazó, vagy csupán függőleges irányú szegélyerőket tartalmazó héjak. Az első esetben a héj terhét a megtámasztó falakra a peremgörbe érintőinek irányában ható erők útján adja át, a második esetben pedig a megtámasztó falakra csupán az oldalnyomás függőleges alkotója hat, a peremgörbe simulósíkjaiba eső alkotóit pedig a peremabroncs veszi fel. Ez az utóbbi eset valósul meg a gyűrűabronccsal ellátott, körfallal megtámasztott forgásfelületű kupolánál. A kerületi feltételek érvényét biztosító szerkezeti követelmények az első esetben a megtámasztó falak olyan kialakítása, hogy azok csupán a szegélygörbe érintőinek irányában ható erők felvételére legyenek alkalmasak (félmerev szegélyszerkezet), a második esetben pedig a peremabroncsot alkalmassá kell tenni a peremgörbe simulósíkjaiba eső oldalnyomásalkotók okozta gyűrűerők felvételére.

Peremabroncsos kupoláknál az oldalnyomásmentesség tökéletesebben megvalósul, mint félmerev szegélyszerkezeteknél, mert a kupolák a megtámasztó körfalra csak függőleges erőket adnak át, míg a félmerev falaknál gondoskodni kell a szegélygörbe érintőinek irányában ható erők vízszintes alkotóinak felvételéről is. Szimmetrikus alaprajzú héjak esetén a vízszintes erők a megfelelően vasalt egyenes falakon belül kiegyensúlyozzák egymást, egyirányú vízszintes erőkkel terhelt oldalfalakat azonban e vízszintes erők nyíró hatása ellen átlós dúccokkal merevíteni kell. Az oldalnyomásmentesség szempontjából a félmerev

szegélyszerkezetekkel megtámasztott héjaknál sokkal előnyösebb peremabroncsos kupolák a ritkán előforduló köralaprajz miatt kisebb jelentőségűek.

E tanulmány célja az oldalnyomás peremabronccsal való felvételét bármilyen folytonos görbével határolt alaprajz feletti membránhéjra alkalmazva, a peremabroncs előnyeit nagyobb alkalmazási területre kiterjeszteni.

Ha a peremabroncs kör és a kupola alakja és terhe körszimmetrikus, mint ismeretes a peremkör mentén az oldalnyomás és vízszintes alkotója, valamint az abroncsban fellépő húzás állandó. Ha a peremabroncs általános alakú zárt térgörbe, az a peremerők hatására csak akkor nem szenved hajlítást, ha a görbe a peremerők egy részének kötélgörbéje, a peremerők másik része pedig a héj függőleges irányú terhét a megtámasztó falakra átadó erőrendszer. A peremgörbének mint kötélgörbe egyes szakaszainak szükséges egyensúlyi feltétele, hogy a peremerők vektorainak a peremgörbét mint kötélgörbét terhelő alkotói a peremgörbe simulósíkjaira essenek.

Ezen alkotókat úgy nyerjük, hogy a héj peremerőit függőleges irányú és a peremgörbe simulósíkjába eső alkotókra bontjuk. Ez utóbbi erők kötélgörbéje oldalnyomásmentesség esetén éppen a zárt peremgörbe. Ez az erőrendszer tehát egyensúlyban van, eredője zérus, vagyis a héj függőleges terhét csupán a peremerők függőleges alkotói adják át a megtámasztó falakra. Ezen erőjáték kialakításának szerkezeti feltétele, hogy a héjat merevítő peremabroncs hajlítózilárdsága csekély legyen, mert így hajlítás benne nem alakulhat ki.

A következőkben határozzuk meg azon N és T — az ív hosszegységére vonatkoztatott — peremerő alkotókat (l. l. ábra), melyekre mint terhelő erőkre az adott peremgörbe éppen kötélgörbe. Írjuk fel e célból a peremgörbe egy ds elemére ható normális és tangenciális irányú erők egyensúlyát. Jelöljük a peremgörbe görbületi sugarát $\rho = \rho(s)$ -el, a kötélerőt pedig n_s -el. Az N és T erők irányába eső erőalkotók egyensúlyát a következő egyenletek fejezik ki:

$$n_s + \rho N = 0 \quad \text{és} \quad \frac{dn_s}{ds} + T = 0 ,$$

melyekből n_s kiküszöbölésével

$$-\frac{d}{ds}(\rho N) = T . \quad (1)$$

Az így nyert 1. egyenlet a peremgörbe menti N és T erők azon kapcsolatát fejezi ki, mely szükséges ahhoz, hogy ezen erők a peremgörbének mint kötélgörbének terhelő erői legyenek. E követelmény az egyenlet szerint adott peremgörbe esetén végtelen sok erőrendszerrel kielégíthető.

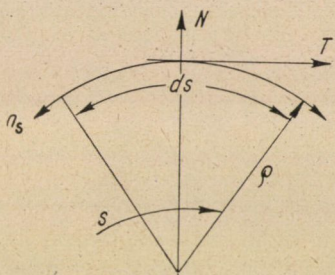
Vizsgáljuk a tárgyalt héjszerkezetet a 2. ábrán feltüntetett derékszögű koordináta-rendszerben. Legyen a héj a $z = (x^2 - y^2)$ egyenlettel megadott

hiperbolikus paraboloid és legyen a peremgörbe x, y síkra vetett vetülete az

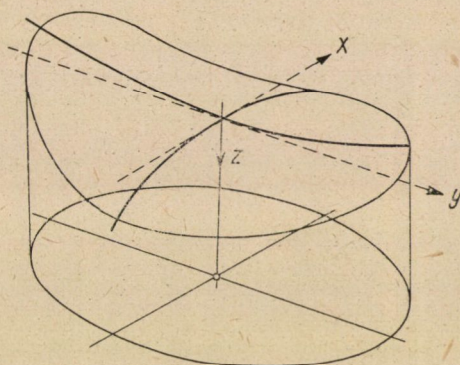
$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

egyenletű ellipszis. Az ellipszisalaprajzzal és a héjfelülettel meghatározott peremgörbe egyenlete x függvényében a következő:

$$y = \varphi_1(x) = \frac{b}{a} (a^2 - x^2)^{\frac{1}{2}}; \quad z = \varphi_2(x) = -A \left[b^2 - x^2 \left(1 - \frac{b^2}{a^2} \right) \right]$$



1. ábra



2. ábra

Az 1. egyenletben szereplő ϱ -t fejezzük ki szintén x függvényében. E kifejezésekben az s szerinti differenciálást vesszővel, az x szerinti differenciálást pedig ponttal jelöljük. A térgörbék elméletének ismert összefüggéséből:

$$\frac{1}{\varrho} = \sqrt{x''^2 + y''^2 + z''^2}.$$

Ebből a továbbiakban felhasznált

$$\varrho' = - \frac{x''x''' + y''y''' + z''z'''}{(x''^2 + y''^2 + z''^2)^{3/2}}.$$

E képletekben előforduló differenciáhányadosok a következők:

$$x'' = - \frac{\dot{\varphi}_1 \ddot{\varphi}_1 + \dot{\varphi}_2 \ddot{\varphi}_2}{(1 + \dot{\varphi}_1^2 + \dot{\varphi}_2^2)^2};$$

$$x''' = - \frac{\ddot{\varphi}_1^2 + \dot{\varphi}_1 \ddot{\varphi}_1 + \dot{\varphi}_2 \ddot{\varphi}_2 + \ddot{\varphi}_2^2}{(1 + \dot{\varphi}_1^2 + \dot{\varphi}_2^2)^{5/2}} + \frac{4x''^2}{\sqrt{1 + \dot{\varphi}_1^2 + \dot{\varphi}_2^2}}$$

$$y'' = \frac{\ddot{\varphi}_1}{1 + \dot{\varphi}_1^2 + \dot{\varphi}_2^2} + \dot{\varphi}_1 x''; \quad y''' = \frac{\dddot{\varphi}_1}{(1 + \dot{\varphi}_1^2 + \dot{\varphi}_2^2)^{3/2}} + \frac{3\ddot{\varphi}_1 y''}{\sqrt{1 + \dot{\varphi}_1^2 + \dot{\varphi}_2^2}} + \dot{\varphi}_1 x''';$$

$$z'' = \frac{\ddot{\varphi}_2}{1 + \dot{\varphi}_1^2 + \dot{\varphi}_2^2} + \dot{\varphi}_2 x'';$$

$$z''' = \frac{\dddot{\varphi}_2}{(1 + \dot{\varphi}_1^2 + \dot{\varphi}_2^2)^{3/2}} + \frac{3\ddot{\varphi}_2 x''}{\sqrt{1 + \dot{\varphi}_1^2 + \dot{\varphi}_2^2}} + \dot{\varphi}_2 x'''.$$

E képletekben előforduló differenciálhányadosok pedig :

$$\dot{\varphi}_1 = -\frac{bx}{a} \frac{1}{\sqrt{a^2 - x^2}}; \quad \dot{\varphi}_2 = 2Ax \left(1 + \frac{b^2}{a^2}\right);$$

$$\ddot{\varphi}_1 = -\frac{b}{a} \left(\frac{1}{(a^2 - x^2)^{3/2}} + \frac{x^2}{(a^2 - x^2)^{5/2}}\right); \quad \ddot{\varphi}_2 = 2A \left(1 + \frac{b^2}{a^2}\right);$$

$$\ddot{\varphi}_1 = -\frac{3bx}{a} \left(\frac{1}{(a^2 - x^2)^{3/2}} + \frac{x^2}{(a^2 - x^2)^{5/2}}\right); \quad \ddot{\varphi}_2 = 0.$$

A következőkben vizsgáljuk a héjszerkezet egyensúlyi követelményeit kifejező ún. héjgyenletet. Ez a membránelméletből ismert összefüggés általános alakban a következő :

$$\frac{\partial^2 z}{\partial y^2} \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} - 2 \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} \frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} + z = 0.$$

Az általános egyenletet a vizsgált esetre úgy alkalmazzuk, hogy a héjfelület $Z = A(x^2 - y^2)$ egyenletének a héjgyenletben előforduló differenciálhányadosait behelyettesítjük. Vagyis :

$$\frac{\partial^2 F}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} + \frac{Z}{2A} = 0,$$

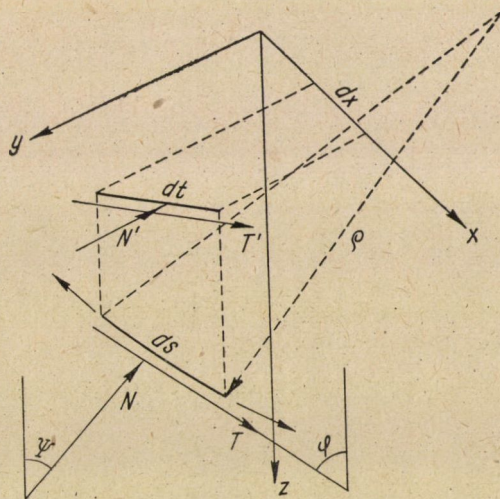
mely egyenletben $Z(x,y)$ a függőleges tengely irányában ható teher (más irányú terhet nem tételezünk fel), F pedig az ún. feszültségfüggvény, mely a fajlagos feszítőerők x, y síkra vett \bar{n}_x és \bar{n}_y vetületével a következő ismert kapcsolatban van :

$$\bar{n}_x = \frac{\partial^2 F}{\partial y^2}; \quad \bar{n}_y = \frac{\partial^2 F}{\partial x^2}; \quad n_{xy} = -\frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y}.$$

Az F feszültségfüggvénnyel az x, y síkba eső t, n általános irányú egymásra merőleges egyenesek irányában vett $\bar{n}_t = \frac{\partial^2 F}{\partial n^2}$ és $\bar{n}_{tn} = -\frac{\partial^2 F}{\partial t \partial n}$ fajlagos vetített feszítőerők is kifejezhetők.

Egyszerűsítés céljából tételezzük fel, hogy az önsúlyteherre vizsgált viszonylag lapos héjfelület $Z(x, y)$ önsúlya az alaprajz egységnyi területére vonatkoztatott állandó tehernek tekinthető, továbbá mivel a héjfelület viszonylag lapos és így T és N peremerők irányának a z tengellyel lezárt φ és ψ szöge közel derékszög, N vetülete (1. 3. ábra)

$$N' = N \sqrt{\frac{1 - \cos^2 \psi}{1 - \cos^2 \varphi}} \sim N.$$



3. ábra

A T feszítőerő esetén hasonló közelítés bevezetése nem szükséges, mivel mint ismeretes $T' = T$. Ezenkívül ugyancsak a héjfelület laposságára való hivatkozással feltételezzük, hogy nemcsak N és T hanem azok N' és T' vetületei is merőlegesek egymásra. E közelítések a számítást lényegesen leegyszerűsítik anélkül, hogy számottevő hibákat okoznának.

Ezen egyszerűsítésekkel az 1. egyenletben szereplő N és T F -fel is kifejezhető. E kifejezés, figyelembe véve, hogy a fenti egyszerűsítések miatt $dt \approx ds$ és így $\frac{\partial \varrho}{\partial t} \sim \frac{\partial \varrho}{\partial s}$:

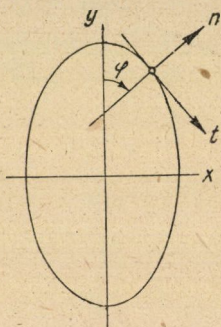
$$\frac{\partial}{\partial t} \left[\varrho \frac{\partial^2 F}{\partial t^2} \right] + \frac{\partial^2 F}{\partial n \partial t} = 0 \quad \text{vagy} \quad \frac{\partial \varrho}{\partial s} \frac{\partial^2 F}{\partial t^2} + \varrho \frac{\partial^3 F}{\partial t^3} + \frac{\partial^2 F}{\partial t \partial n} = 0. \quad (2)$$

Ha F -nek az egyenletben előforduló differenciálhányadosait a láncszabály

sorozatos alkalmazásával mint F x és y szerinti differenciálhányadosainak függvényét fejezzük ki, a 2. egyenlet a következő alakba megy át :

$$\begin{aligned} & \varrho' (F_{xx} \cos^2 \varphi - 2F_{xy} \sin \varphi \cos \varphi + F_{yy} \sin^2 \varphi) + \\ & + \varrho (F_{xxx} \cos^3 \varphi - 3F_{xxy} \cos^2 \varphi \sin \varphi + 3F_{yyx} \cos \varphi \sin^2 \varphi - F_{yyy} \sin^3 \varphi) + \quad (3) \\ & + F_{xx} \sin \varphi \cos \varphi + F_{xy} (\cos^2 \varphi - \sin^2 \varphi) - \\ & - F_{yy} \sin \varphi \cos \varphi = 0, \end{aligned}$$

ahol φ az y tengelynek és az alaprajzi görbe n normálisának az órajárással megegyező irányban mért szöge. A képletekben a differenciálásokat a megfelelő változó lábindexével jelöljük. A 3. egyenlet szimmetriaokokból — amint az a differenciálhányadosok és körfüggvények előjelének értelmezéséből is kitűnik —



4. ábra

a koordinátarendszer valamely negyedében levő pontra felírva azonos e ponttal szimmetrikus pontokban felírt egyenletekkel.

A 3. egyenlet az $x = 0$ vagy $y = 0$ pontokban eltűnik, vagyis e pontokban a kerületi feltételek maguktól kielégülést nyernek.

Miután az F függvényében felírt héjegylenletet és kerületi feltételeket meghatároztuk, állítsuk elő a héjegylenletnek a kerületi feltételeket kielégítő megoldását :

$$A \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} + \frac{Z}{2A} = 0 \text{ héjegylenlet általános integrálja}$$

$$F = f(x + y) + f(x - y) + \frac{Zy^2}{4A},$$

ahol f bármilyen függvényt jelenthet. Legyen F az általános integrál alakját követő következő polinom :

$$F = \sum_n^{\infty} a_n [(x + y)^n + (x - y)^n] + \frac{Zy^2}{4A} \quad n = 4, 6, 8, \dots,$$

mely polinom a_n állandóit abból a feltételből határozzuk meg, hogy F közelítőleg kielégítse a kerületi feltételeket és annyi tagot veszünk figyelembe, hogy a megközelítés mértéke gyakorlatilag kielégítő legyen. Szimmetriaokokból a polinom csak páratlan n tagokat tartalmaz és F magasabb differenciálhányadosainak képletében a negatív kitevő elkerülése miatt $n > 3$.

F a számítás során felhasznált magasabb differenciálhányadosai a következők :

$$F_{xx} = \sum_n^{\infty} n(n-1) a_n [(x+y)^{n-2} + (x-y)^{n-2}]$$

$$F_{yy} = \sum_n^{\infty} n(n-1) a_n [(x+y)^{n-2} + (x-y)^{n-2}] + \frac{Z}{2A}$$

$$F_{xy} = \sum_n^{\infty} n(n-1) a_n [(x+y)^{n-2} - (x-y)^{n-2}]$$

$$F_{xxx} = \sum_n^{\infty} n(n-1)(n-2) a_n [(x+y)^{n-3} + (x-y)^{n-3}]$$

$$F_{yyy} = \sum_n^{\infty} n(n-1)(n-2) a_n [(x+y)^{n-3} - (x-y)^{n-3}]$$

$$F_{xxy} = \sum_n^{\infty} n(n-1)(n-2) a_n [(x+y)^{n-3} - (x-y)^{n-3}]$$

$$F_{yyx} = \sum_n^{\infty} n(n-1)(n-2) a_n [(x+y)^{n-3} + (x-y)^{n-3}]$$

A kerületi feltételeket kielégítő F függvényt meghatározó állandókat úgy nyerjük, hogy a peremgörbe egyes — az ív mentén mérve lehetőleg egyenlő távolságban levő — pontjaira felírjuk a 3. egyenletet úgy, hogy F differenciálhányadosainak kifejezésében a vizsgált pontok számával azonos számú a_n -et veszünk figyelembe és az így előállított egyenleteket megoldjuk az a_n állandókra. Elegendő az egyenleteket a $+x + y$ tengelyek által határolt síknegyedben

felvett kerületi pontokra felírni, mert a tárgyalta szimmetriaokokból a kerületi feltételeket a nyert megoldás a felvett pontokkal az x és y tengelyre szimmetrikus kerületi pontokban is teljesíti. Gyakorlatilag elegendő pontossággal járunk el, ha egy negyedben 4–6 pontot veszünk fel, mert így a teljes kerület mentén 16–24 pontban a kerületi feltételek pontos kielégítést nyernek és az egyes pontok közti viszonylag rövid szakaszokban előálló pontatlanságok kihatása nem lesz számottevő.

Összefoglalás

A dolgozat a membránhéjak oldalnyomás-mentességének peremabronccsal való biztosítását a forgásfelületű kupolákra vonatkozó ismert megoldás általánosításával más felületekre is kiterjeszti. Az általános érvényű összefüggéseket a tanulmány egy gyakorlati szempontból is fontos, ellipszis alaprajz feletti hiperbolikus paraboloidhéjra alkalmazza. A megoldás a kérdés bonyolultsága miatt csak a javasolt úton lehetséges, mely matematikai szempontból közelítő, a gyakorlati alkalmazás szempontjából azonban kielégítő pontosságú eredményekre vezet.

LÜKTETŐ NYOMATÉK VÁLTAKOZÓÁRAMÚ GÉPEK ASZIMMETRIKUS ÜZEMÉBEN*

KOVÁCS K. PÁL,

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA LEV. TAGJA

BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM, VILLAMOSGÉPEK ÜZEMTANA TANSZÉK

[Beérkezett 1954. november 2-án]

1. Bevezetés

Háromfázisú aszinkron és szinkron gépek szimmetrikus üzemében, állandósult üzemállapotban állandó nyomaték keletkezik. Ezt a nyomatékot a feszültség és áram komplex értékeinek ismeretében a teljesítményből szoktuk kiszámítani. Ha az állórész ohmos ellenállását nem vesszük figyelembe, ami a legtöbb esetben különösen közepes, vagy nagyobb gépeknél megengedett, akkor a teljesítményt és nyomatékot a következőképpen számítjuk:

$$P = 3\operatorname{Re} [\widehat{U}_s \bar{I}_s] \quad (1.1)$$

és

$$M = \frac{3}{\omega_1} \operatorname{Re} [\widehat{U}_s \bar{I}_s] , \quad (1.2)$$

Ahol \widehat{U}_s az \bar{U}_s feszültség konjugáltja, és \bar{I}_s az álló rész áram komplex értéke. Az áramok és feszültségek fázisonkénti értékek.

Ha az ohmos állórész ellenállásokat nem hanyagoljuk el, akkor az (1.1) összefüggés változatlanul érvényben van, ellenben a nyomaték kifejezése az ohmos veszteségek figyelembevételével a következő alakot kapja:

$$M = \frac{3}{\omega_1} \operatorname{Re} [\widehat{U}_s \bar{I}_s - I^2 R_s] . \quad (1.2')$$

Amennyiben a gép táplálásában, a gép kapcsolásában vagy szerkezetében aszimmetria van, akkor a viszonyok bonyolultabbá válnak.

Ilyen esetek vizsgálatakor a szimmetrikus összetevők módszerének alkalmazása vezet célhoz. Amint ismeretes, az aszimmetrikus feszültség-, áram- vagy tekercsfluxus-rendszert felbonthatjuk szimmetrikus összetevőire. Az átlagos teljesítményt az egyes szimmetrikus összetevő rendszerek értékeiből számítjuk. Legyen a pozitív sorrendű feszültség \bar{U}_1 , az áram \bar{I}_1 , a negatív sorrendű

* Előadta a Magyar Tudományos Akadémia felolvasó ülésén 1955. ápr. 14-én.

feszültség \bar{U}_2 , az áram I_2 . Egyelőre a zérus-sorrendű mennyiségeket nem vesszük figyelembe. Bebizonyítható, hogy az aszimmetrikus rendszer átlagteljesítménye :

$$P = 3 \operatorname{Re} [\hat{U}_1 \bar{I}_1 + \hat{U}_2 \bar{I}_2] . \quad (1.3)$$

A tengelyre ható eredő nyomaték :

$$M = \frac{3}{\omega_1} \operatorname{Re} [\hat{U}_1 \bar{I}_1 - \hat{U}_2 \bar{I}_2] = M_1 + M_2 . \quad (1.4)$$

Ha az ohmos ellenállásokat figyelembe vesszük, akkor a nyomaték :

$$M = \frac{3}{\omega_1} \operatorname{Re} [\hat{U}_1 \bar{I}_1 - I_1^2 R_s - (\hat{U}_2 \bar{I}_2 - I_2^2 R_s)] . \quad (1.4')$$

Az (1.3) és (1.4) összefüggések mutatják, hogy a teljesítmény átlagértékének megállapításánál úgy tűnik, mintha a gépben a pozitív sorrendű mennyiségek külön és a negatív sorrendű mennyiségek külön, egymástól lényegében független rendszereket alkotnának, amelyeknek külön-külön számított teljesítményei és nyomatékai egyszerűen összeadódnak. Valójában a gép tengelyén aszimmetrikus üzemben jelentkező átlag nyomatékon kívül a pozitív és negatív sorrendű mennyiségek kölcsönhatásaként a gépben lüktető nyomatékok is keletkeznek. E nyomatékok létezéséről általában meg szoktak emlékezni szakcikkekben és kézikönyvekben, anélkül, hogy értékét aszinkron gépeknél kiszámítanák. Szinkron gépeknél ellenben az újabb irodalomban e nyomatékok számítását megtaláljuk. A lüktető nyomatékoknak a gyakorlat szempontjából nincs túlzott jelentősége, mert kifelé érezhető hatása a legtöbb esetben elhanyagolhatóan kicsiny. A forgó tömegek rendszerint elegendő nagyok ahhoz, hogy a középnyomatékérték körül lüktető nyomatékok hatása kifelé vagy egyáltalában nem, vagy csak nagyon kis mértékben mutatkozzék. Mégis ismerünk eseteket, mind az aszinkron, mind a szinkron gépek üzemében, ahol a lüktető nyomatékok zavarokra vezettek. Különösen fennállhat annak veszélye, hogy a gépek egyes részeinek rezonanciája forrása a lüktetés fokozódásának. E fontos gyakorlati vonatkozást nem tekintve, elvileg is helyesnek látszik az aszimmetrikus üzem okozta lüktető nyomatékok szabatos meghatározását egységes tárgyalásban bemutatni.

A továbbiakban a következő vizsgálatokat végezzük el : *a*) aszimmetrikus feszültségre kapcsolt aszinkron motor, *b*) aszinkron motor kétsarkú zárlata (egyfázisú fékkapcsolás), *c*) egyfázisú aszinkron motor, *d*) kiképzett pólusú szinkron gép indítása aszinkron motorként, *e*) aszinkron motor egyfázisú forgórészrel és *f*) aszimmetrikus feszültségű hálózatra kapcsolt szinkron generátor.

2. A nyomaték általános kifejezése [6], [7]

A lüktető nyomaték megállapításához nem elegendő a nyomaték átlagértékének kiszámítása, hanem a nyomaték pillanatértékére van szükségünk. A nyomaték pillanatértékének számításához bevezetjük az állórész, és a forgórész mennyiségek vektorát.

2.1 Állórész és forgórész mennyiségek vektora [2]

Háromfázisú tekercseléssel készült váltakozóáramú gép egyes fázistekercselésében folyják az i_a , i_b és i_c pillanatértékű áram. A mező eloszlását a légrés mentén szinuszosnak tételezzük fel. A fázis áramok tetszés-szerintilefolyásúak lehetnek (tranziensek, vagy állandósult értékek szimmetrikus, vagy aszimmetrikus rendszerhez tartozók és nem szinuszosak is). Egyetlen feltevésünk, hogy az áramoknak zérus-sorrendű összetevője ne legyen. Ez a feltevés a részünkről vizsgált esetekben ki van elégítve. A zérus-sorrendű áramok okozta pulzáló hatás egyébként amúgyis olyan csekély, hogy azoknak vizsgálatát még ilyen áramok jelentkezésekor is bátran mellőzhetjük.

Ezek szerint bármely pillanatban

$$i_a + i_b + i_c = 0. \quad (2.1)$$

Az i_a , i_b és i_c áramok ismeretében alkothatunk egyetlen térvektort, amely háromfázisú, szimmetrikus tekercselésű gépben bármely pillanatban meghatározza az i_a , i_b és i_c fázisáramokat és fordítva, amely vektort bármely pillanatban meghatároz a három fázisáram pillanatértéke. E vektor:

$$\bar{i}_s = \frac{2}{3} (i_a + \bar{a}i_b + \bar{a}^2 i_c), \quad (2.2)$$

ahol

$$a = e^{j120^\circ} \text{ és } \bar{a}^2 = e^{-j120^\circ}.$$

Az \bar{i}_s áramvektor síkja merőleges a gép tengelyére. Az \bar{i}_s áramvektor vetülete a fázistekercselések tengelyeire adja az áram pillanatértékét az illető fázisban. Legyen ugyanis az \bar{i}_s áramvektor síkja egyúttal a komplex számsík és az a fázis tengelyének irányába vegyük fel a valós pozitív irányt (1. ábra). Ekkor például az a fázisban folyó i_a pillanatértékű áramot megkapjuk, ha az \bar{i}_s áramot az a fázis irányára vetítjük. Másszóval az i_a áram pillanatértéke az \bar{i}_s komplex áram valós részével egyenlő. Ez könnyen belátható, mert

$$\operatorname{Re} [\bar{i}_s] = \frac{2}{3} \left(i_a - \frac{i_b}{2} - \frac{i_c}{2} \right). \quad (2.3)$$

A (2.1) összefüggés figyelembevételével :

$$\bullet \quad \operatorname{Re} [\bar{i}_s] = i_a \quad (2.4)$$

Hasonlóan bizonyítható, hogy az i_b és i_c áramokat úgy kapjuk az \bar{i}_s vektor ismeretében, hogy az \bar{i}_s áramot a b és c tekercselések tengelyének irányába vetítjük. Az \bar{i}_s áramvektorhoz hasonlóan definiáljuk a fázisfeszültségek és a fázistekercsek által kulcsolt fluxusok pillanatértékei segítségével a feszültség és tekercsfluxus vektorát is. Eszerint a feszültség vektora :

$$\bar{u}_s = \frac{2}{3} (u_a + \bar{a}u_b + \bar{a}^2 u_c) \quad (2.5)$$

és a tekercsfluxus vektora

$$\bar{\psi}_s = \frac{2}{3} (\psi_a + \bar{a}\psi_b + \bar{a}^2 \psi_c) \quad (2.6)$$

A (2.2), (2.5) és (2.6) kifejezésekkel meghatározott \bar{u}_s , \bar{i}_s és $\bar{\psi}_s$ térvektorok változóáramú gépek állandósult és tranzienis viselkedésének számításakor igen hasznosan alkalmazható.

2.2 A nyomaték pillanatértéke

Az \bar{i}_s és $\bar{\psi}_s$ vektorok ismeretében a nyomaték pillanatértékének vektorát a következőképpen számíthatjuk :

$$\bar{M} = \frac{3}{2} \bar{\psi}_s \times \bar{i}_s \quad (2.7)$$

Szavakkal: a nyomaték pillanatértéke az áram- és tekercsfluxus vektor-szorzatának a másfélszerese. A (2.7) összefüggéssel bármely tranzienis, vagy állandósult állapotban lehet a nyomaték pillanatértékét meghatározni.

2.21 Összefüggés az \bar{i}_s , \bar{u}_s és $\bar{\psi}_s$ vektorok és a szimmetrikus összetevők között

Ha a gép állórész áramrendszere aszimmetrikus, akkor az egyes fázisok komplex idővektorát a szimmetrikus összetevőivel, amint ismeretes, a következőképpen lehet kifejezni :

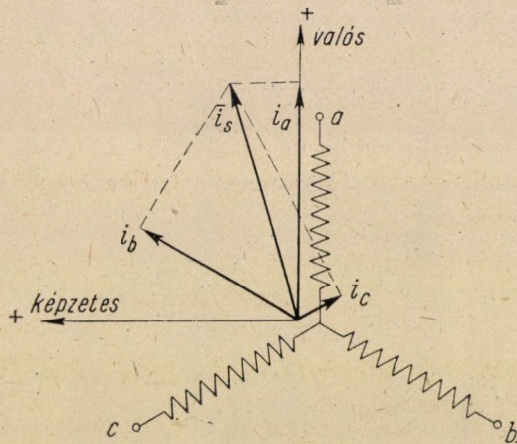
$$\begin{aligned} \bar{I}_a &= \bar{I}_1 + \bar{I}_2 \\ \bar{I}_b &= \bar{a}^2 \bar{I}_1 + \bar{a} \bar{I}_2 \\ \bar{I}_c &= \bar{a} \bar{I}_1 + \bar{a}^2 \bar{I}_2 \end{aligned} \quad (2.8)$$

Ha a (2.8) egyenlet mindkét oldalát $e^{j\omega_1 t}$ -vel megszorozzuk, kapjuk az áramok komplex pillanatértékeit. Pl. mivel

$$\bar{I}_1 = I_1 e^{j\varphi_1}, \text{ ezért } \bar{i}_1 = \bar{I}_1 e^{j\omega_1 t} = I_1 e^{j(\omega_1 t + \varphi_1)},$$

ahol φ_1 az \bar{I}_1 vektornak a valós tengellyel bezárt szögét jelenti. A (2.8) összefüggést a komplex pillanatértékekkel újra felírjuk.

$$\left. \begin{aligned} \bar{i}_a &= \bar{i}_1 + \bar{i}_2 \\ \bar{i}_b &= \bar{a}^2 \bar{i}_1 + \bar{a} \bar{i}_2 \\ \bar{i}_c &= \bar{a} \bar{i}_1 + \bar{a}^2 \bar{i}_2 \end{aligned} \right\} \quad (2.8')$$



1. ábra

Vagy a szimmetrikus összetevők:

$$\left. \begin{aligned} \bar{i}_1 &= \frac{\bar{i}_a + \bar{a} \bar{i}_b + \bar{a}^2 \bar{i}_c}{3} \\ \bar{i}_2 &= \frac{\bar{i}_a + \bar{a}^2 \bar{i}_b + \bar{a} \bar{i}_c}{3} \end{aligned} \right\} \quad (2.9)$$

és

Könnyen beláthatjuk, hogy a (2.9) kifejezéseknek egyszerű helyettesítésével a (2.2)-vel meghatározott áram tér-vektort szimmetrikus összetevő idővektorokkal a következőképpen fejezhetjük ki:

$$\bar{i}_s = \bar{i}_1 + \bar{i}_2, \quad (2.10)$$

ahol \hat{i}_2 jelenti az \bar{i}_2 komplex idővektor konjugált komplex értékét. Ugyanis (2.9)-ből:

$$\begin{aligned}\bar{i}_1 + \hat{i}_2 &= \frac{\bar{i}_a + \bar{a}\bar{i}_b + \bar{a}^2\bar{i}_c}{3} + \frac{\hat{i}_a + \bar{a}\hat{i}_b + \bar{a}^2\hat{i}_c}{3} \\ &= \frac{1}{3} [(\bar{i}_a + \hat{i}_a) + a(\bar{i}_b + \hat{i}_b) + a^2(\bar{i}_c + \hat{i}_c)],\end{aligned}$$

azonban

$$\bar{i}_a + \hat{i}_a = 2\operatorname{Re}(\bar{i}_a) = 2i_a$$

$$\bar{i}_b + \hat{i}_b = 2\operatorname{Re}(\bar{i}_b) = 2i_b$$

$$\bar{i}_c + \hat{i}_c = 2\operatorname{Re}(\bar{i}_c) = 2i_c.$$

A (2.10) összefüggést tehát beigazoltuk. Hasonlóan

$$\bar{u}_s = \bar{u}_1 + \hat{u}_2 \quad (2.11)$$

és

$$\bar{\psi}_s = \bar{\psi}_1 + \hat{\psi}_2. \quad (2.12)$$

2.22 A nyomaték pillanatértékének számítása a szimmetrikus összetevőkkel

A nyomaték pillanatértéke a (2.7), (2.10) és (2.12) összefüggések felhasználásával:

$$\bar{M} = \frac{3}{2}(\bar{\psi}_1 + \hat{\psi}_2) \times (\bar{i}_1 + \hat{i}_2) \quad (2.13)$$

(2.13)-ből

$$\bar{M} = \frac{3}{2} [(\bar{\psi}_1 \times \bar{i}_1 + \hat{\psi}_2 \times \hat{i}_2) + (\bar{\psi}_1 \times \hat{i}_2 + \hat{\psi}_2 \times \bar{i}_1)] \quad (2.14)$$

A nyomaték kifejezés első része a

$$\frac{3}{2}(\bar{\psi}_1 \times \bar{i}_1 + \hat{\psi}_2 \times \hat{i}_2)$$

vektorszorzatok összege adja a nyomaték középértékét, tehát azt az állandó nyomatékot, amely a gép tengelyén kifelé hatásos. Ezt könnyen beláthatjuk,

ha figyelembe vesszük, hogy a $\bar{\psi}_1 \times \bar{i}_1$ vektorszorzatot, minthogy egy síkban levő komplex mennyiségek szorzatáról van szó, még így is írhatjuk:

$$\bar{\psi}_1 \times \bar{i}_1 = \text{Im} [\hat{\psi}_1 \bar{i}_1] = \psi_1 i_1 \sin \alpha_1, \quad (2.15)$$

ahol α_1 , $\bar{\psi}_1$ és \bar{i}_1 komplex vektorok szöge.

Mivel

$$j\omega_1 \bar{\Psi}_1 = \bar{U}_1 - \bar{I}_1 R_s \quad (2.16)$$

vagy a pillanatértékekkel

$$j\omega_1 \bar{\psi}_1 = \bar{u}_1 - \bar{i}_1 R_s = \bar{U}_1 e^{j\omega_1 t} - \bar{I}_1 e^{j\omega_1 t} R_s,$$

ezért (2.15) figyelembevételével

$$M_1 = \frac{3}{2} (\bar{\psi}_1 \times \bar{i}_1) = \frac{3}{2\omega_1} \text{Im} \left[\frac{\hat{U}_1 e^{-j\omega_1 t} - \hat{I}_1 e^{-j\omega_1 t} R_s}{-j} \bar{I}_1 e^{j\omega_1 t} \right],$$

amiből

$$M_1 = \frac{3}{2\omega_1} \text{Re} [\hat{U}_1 \bar{I}_1 - I_1^2 R_s]. \quad (2.17)$$

Hasonlóan

$$\begin{aligned} M_2 &= \frac{3}{2} (\hat{\psi}_2 \times \bar{i}_2) = \frac{3}{2} \text{Im} [\bar{\psi}_2 \hat{i}_2] = \frac{3}{2\omega_1} \text{Im} \left[\frac{\bar{u}_2 - \bar{i}_2 R_s}{j} \hat{i}_2 \right] = \\ &= -\frac{3}{2\omega_1} \text{Re} [(\bar{U}_2 e^{j\omega_1 t} - \bar{I}_2 e^{j\omega_1 t} R_s) \hat{I}_2 e^{-j\omega_1 t}], \end{aligned}$$

amiből

$$M_2 = -\frac{3}{2\omega_1} \text{Re} [\hat{U}_2 \bar{I}_2 - I_2^2 R_s]. \quad (2.18)$$

Mivel a (2.17) és (2.18) egyenletekben előforduló U és I nem effektív, hanem maximális értékek, az effektív értékekre való áttérésnél a 2-es osztó eltűnik.

Következésképpen a szimmetrikus összetevők módszerével más módon kapott (1.4) nyomaték összefüggés egyezik a (2.14) nyomatéki kifejezés első részével.

2.23 Lüktető nyomaték kifejezése a szimmetrikus összetevőkkel

A (2.14) nyomatéki kifejezés második része, amely a pozitív- és negatív-sorrendű mennyiségek egymásra hatását fejezi ki, adja a lüktető nyomaték

pillanatértékét. Eszerint a lüktető nyomaték :

$$M_l = \frac{3}{2} (\bar{\psi}_1 \times \dot{i}_2 + \hat{\psi}_2 \times \bar{i}_1). \quad (2.19)$$

Avagy figyelembe véve a (2.15) összefüggést, a lüktető nyomaték pillanatértékére a következőket kapjuk :

$$M_l = \frac{3}{2} \operatorname{Im} [\hat{\psi}_1 \dot{i}_2 + \bar{\psi}_2 \bar{i}_1]. \quad (2.20)$$

De minthogy

$$\operatorname{Im} [\bar{\psi}_1] \dot{i}_2 = \operatorname{Im} [-\bar{\psi}_1 \bar{i}_2],$$

ezért

$$M_l = \frac{3}{2} \operatorname{Im} [\bar{\psi}_2 \bar{i}_1 - \bar{\psi}_1 \bar{i}_2]. \quad (2.21)$$

Ámde

$$\bar{\psi}_2 = \frac{\bar{u}_2 - \bar{i}_2 R_s}{j\omega_1} \quad \text{és} \quad \bar{\psi}_1 = \frac{\bar{u}_1 - \bar{i}_1 R_s}{j\omega_1},$$

illetve

$$\bar{\Psi}_2 e^{j\omega_1 t} = \frac{\bar{U}_2 e^{j\omega_1 t} - \bar{I}_2 e^{j\omega_1 t} R_s}{j\omega_1}$$

és

$$\bar{\Psi}_1 e^{j\omega_1 t} = \frac{\bar{U}_1 e^{j\omega_1 t} - \bar{I}_1 e^{j\omega_1 t} R_s}{j\omega_1}$$

helyettesítéssel :

$$M_l = \frac{3}{2\omega_1} \operatorname{Im} \left[\frac{\bar{U}_2 \bar{I}_1 - \bar{I}_1 \bar{I}_2 R_s}{j} e^{j2\omega_1 t} - \frac{\bar{U}_1 \bar{I}_2 - \bar{I}_1 \bar{I}_2 R_s}{j} e^{j2\omega_1 t} \right].$$

Utóbbiból :

$$M_l = \frac{3}{2\omega_1} \operatorname{Re} [(\bar{U}_1 \bar{I}_2 - \bar{U}_2 \bar{I}_1) e^{j2\omega_1 t}] \quad (2.21')$$

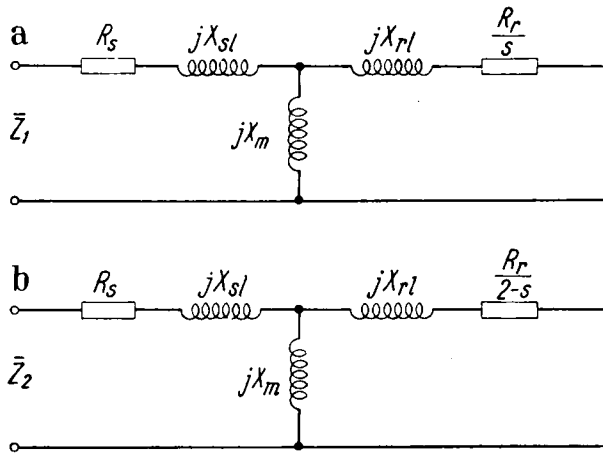
3. Aszimmetrikus feszültségrendszerre kapcsolt motor

A (2.21) nyomatéki összefüggés szerint, figyelembe véve, hogy

$$\bar{I}_1 = \frac{\bar{U}_1}{\bar{Z}_1} \quad \text{és} \quad \bar{I}_2 = \frac{\bar{U}_2}{\bar{Z}_2}$$

$$M_l = \frac{3}{2\omega_1} \operatorname{Re} \left[\left(\bar{U}_1 \frac{\bar{U}_2}{\bar{Z}_2} - \bar{U}_2 \frac{\bar{U}_1}{\bar{Z}_1} \right) e^{j2t} \right]. \quad (3.11)$$

A (3.11) kifejezésben előforduló \bar{Z}_1 és \bar{Z}_2 a pozitív és negatív sorrendű árammal szemben mutatkozó impedancia. Ezeket az impedanciákat az aszinkron motor



2. ábra

s és $2-s$ szliphez tartozó helyettesítő vázlatából kaphatjuk. A 2. ábra *a* képen látjuk a \bar{Z}_1 , a *b* képen a \bar{Z}_2 impedancia helyettesítő vázlatát.

Ha $\bar{U}_1 = U_1 e^{j\omega_1 t}$ $\bar{U}_2 = U_2 e^{j(\omega_1 t + \alpha)}$, akkor

áttérve egyúttal az effektív értékekre,

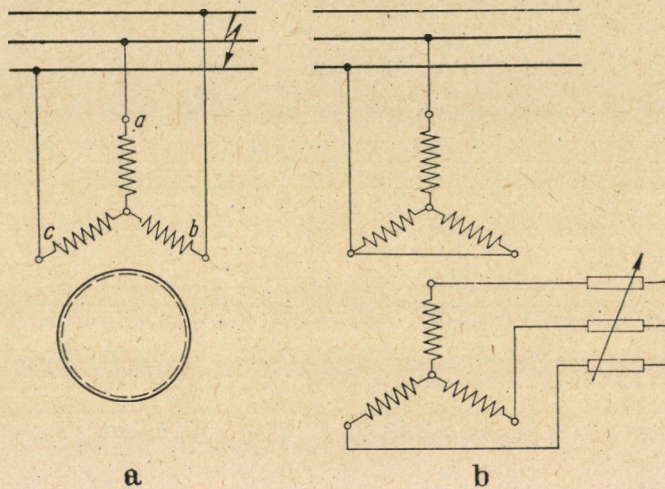
$$M_l = \frac{3}{\omega_1} U_1 U_2 \operatorname{Re} \left[e^{j(2\omega_1 t + \alpha)} \left| \frac{1}{\bar{Z}_1} - \frac{1}{\bar{Z}_2} \right| \right]$$

$$M_l = \frac{3U_1 U_2}{\omega_1} \operatorname{Re} \left[e^{j(2\omega_1 t + \alpha)} (\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2) \right]. \quad (3.12)$$

A (3.12) kifejezésből látszik, hogy a nyomaték a kétszeres szinkron körfrekvenciá-

val lüktet. A zárójelben az $(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2)$ admittanciának az $e^{(2j\omega_1 t + a)}$ egységvektorral való szorzása azt jelenti, hogy az $(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2)$ -öt $2\omega_1$ körfrekvenciával körben forgatjuk. E körben forgó vektornak a képzetes tengely irányú vetülete arányos minden pillanatban a lüktető nyomatékkal. Minthogy bennünket elsősorban a lüktető nyomaték amplitúdója érdekel, ezért a körben forgó $(\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2)$ admittancia vektor abszolút értékével kell számolnunk. Ezek szerint a kétszeres periódusszámmal szinuszosan lüktető nyomaték amplitúdója:

$$M_{la} = \frac{3U_1 U_2}{\omega_1} |\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2| \quad (3.13)$$



3. ábra

A (3.13) kifejezéssel meghatározott nyomatékokat grafikusan is könnyen meghatározhatjuk. Mielőtt ezt tennénk, alkalmazzuk a (3.13) összefüggést az aszinkron motor kétsarkú egyfázisú rövidzárlatára, vagy ami ugyanannak az üzemiállapotnak felel meg: az egyfázisú fékkapcsolás (Siemens fékkapcsolás) esetére.

4. Egyfázisú, kétsarkú zárlatban dolgozó motor. (Egyfázisú fékkapcsolás) [3, 5, 6, 11]

Az elvi kapcsolási vázlatot a 3. ábrán látjuk. A 3. ábra *a* kép rövidrezárt aszinkron motor üzemét mutatja, kétsarkú egyfázisú zárlatban. A *b* képen ugyanezt az állórész kapcsolást látjuk, azonban féküzem céljára, amikor a forgórész körbe az áramok csökkentése és jó nyomatéki karakterisztika céljából ohmos ellenállást iktattunk. Amint az irodalomból ismeretes, ilyenkor

$$\bar{U}_1 = \bar{U}_2 = \frac{\bar{U}}{3} \quad (4.1)$$

(4.1)-ben \bar{U} jelenti a vonali feszültséget. \bar{U}_1 és \bar{U}_2 értékét a (3.13) nyomatéki összefüggésbe helyettesítve figyelembe véve, hogy ekkor

$$\bar{I}_1 = \bar{U}_1 \bar{Y}_1 = \frac{\bar{U}}{3} \bar{Y}_1$$

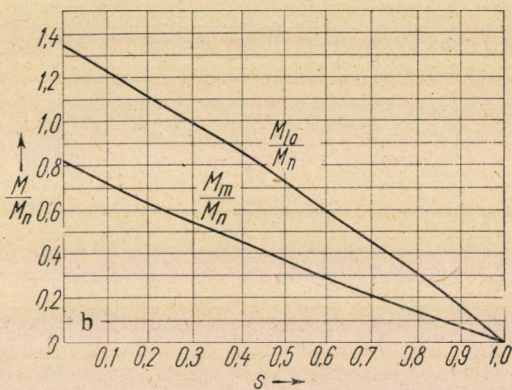
és

$$\bar{I}_2 = \bar{U}_2 \bar{Y}_2 = \bar{U}_1 \bar{Y}_2 = \frac{\bar{U}}{3} \bar{Y}_2 .$$

Az egyfázisú kétsarkú zárlatban dolgozó aszinkron motor lüktető nyomatékának amplitudójára a következő összefüggést kapjuk :

$$M_{la} = \frac{U}{\omega_1} |\bar{I}_1 - \bar{I}_2| . \quad (4.2)$$

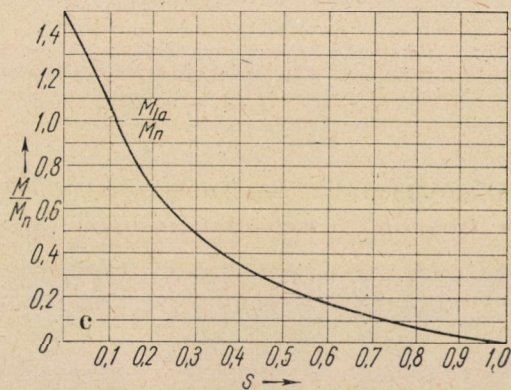
Az $\bar{I}_1 - \bar{I}_2$ áramkülönbséget bármely szlipnél az aszinkron motorkénti kördiagramból olvashatjuk ki (4. ábra a kép). Legyen ugyanis a motor kördiagramja K_A , amelyet az $\bar{U}/3 = \bar{U}_1$ pozitív sorrendű fázisfeszültségre rajzol-



4/b. ábra

tuk meg. Az egyfázisú kétsarkú zárlatban (fékkapcsolásban) dolgozó motor kördiagramja (K_E) áthalad a motorkénti kördiagram P_Z ($s = 1$) és P_∞ ($s = \infty$) pontjain, valamint a motorkénti kördiagram középpontján (K). Ha e három ponton át megrajzoljuk a K_f középpontú kört (K_E), akkor a \bar{K} \bar{K}_f átmérő kimetszi az R sorozópontot, amelyen át húzott egyenesek a motorkénti kördiagramból kimetszik az \bar{I}_1 és \bar{I}_2 s szliphez tartozó P_s és $(2-s)$ szliphez tartozó (P_{2-s}) áramok végpontjait. A $\bar{P}_{(2-s)}\bar{P}_s$ távolság közvetlenül adja az $\bar{I}_1 - \bar{I}_2$

áramok különbségének abszolút értékét. E grafikus módszerrel megállapítottuk az adott gépnél a lüktető nyomaték amplitudó változását a szlip függvényében féküzem vagy egyfázisú kétsarkú zárlat esetén (4. ábra, *b* és *c* kép). A nyomatékokat a háromfázisú motorkénti névleges nyomatékhoz viszonyítva adtuk meg.



4/c. ábra

Visszatérve most már az aszimmetrikus háromfázisú rendszerre kapcsolt aszinkron motor üzemében keletkező lüktető nyomatékokra, ekkor pontosan a most elmondott szerkesztést alkalmazhatjuk, csak a nyomatékokat a szerkesztés végén az

$$\frac{U_1 U_2}{\left(\frac{U}{3}\right)^2}$$

arányban kell csökkenteni. Természetesen az itt előforduló \bar{U}_1 és \bar{U}_2 szimmetrikus összetevő feszültségeket az aszimmetrikus feszültségrendszer ismeretében az ismert

$$\bar{U}_1 = \frac{\bar{U}_a + \bar{a}\bar{U}_b + \bar{a}^2\bar{U}_c}{3}$$

és

$$\bar{U}_2 = \frac{\bar{U}_a + \bar{a}^2\bar{U}_b + \bar{a}\bar{U}_c}{3}$$

összefüggések alapján kell számítani. A következőkben a (2.21) nyomatéki összefüggést alkalmazzuk az egyfázisú motor esetére.

5. Egyfázisú aszinkron motor [1, 4, 5, 11]

Olyan egyfázisú motort vizsgálunk, amely a rendes háromfázisú motorból keletkezett az egyik fázis megszakításával.

Ámde

$$\bar{U}_1 = \bar{I}_1 \bar{Z}_1 \quad \text{és} \quad \bar{U}_2 = \bar{I}_2 \bar{Z}_2, \quad (5.1)$$

és amint ismeretes az egyfázisú motor esetében

$$\bar{I}_1 = -\bar{I}_2 \quad (5.2)$$

(2.21) és (5.2) egyenletek felhasználásával

$$M_l = \frac{3}{2} \frac{1}{\omega_1} \operatorname{Re} \left[\bar{I}_1^2 (\bar{Z}_1 - \bar{Z}_2) e^{j2\omega_1 t} \right]. \quad (5.3)$$

Mint hogy ugyancsak ismert összefüggés szerint

$$\bar{I}_1 = \frac{\bar{I}}{j\sqrt{3}},$$

ahol \bar{I} az egyfázisú motor árama,

$$M_l = \frac{1}{2} \frac{1}{\omega_1} \operatorname{Re} \left[\bar{I}^2 (\bar{Z}_1 - \bar{Z}_2) e^{j2\omega_1 t} \right],$$

vagy effektív áramértékkel:

$$M_l = \frac{1}{\omega_1} \operatorname{Re} \left[\bar{I}^2 (\bar{Z}_1 - \bar{Z}_2) e^{j\omega_2 t} \right], \quad (5.4)$$

amiből

$$M_l = \frac{I^2}{\omega_1} \operatorname{Re} \left[e^{j2(\omega_1 t + \varphi)} (\bar{Z}_1 - \bar{Z}_2) \right]. \quad (5.5)$$

Látjuk, hogy a nyomaték itt is a kétszeres szinkron periódusszámmal lüktet. Mivel az $e^{2j(\omega_1 t + \varphi)}$ komplex számmal való szorzás a $(\bar{Z}_1 - \bar{Z}_2)$ abszolút értékű vektor forgatását jelenti, ezért az

$$\operatorname{Re} \left[e^{j2(\omega_1 t + \varphi)} \cdot (\bar{Z}_1 - \bar{Z}_2) \right]$$

legnagyobb értéke éppen $|\bar{Z}_1 - \bar{Z}_2|$. Az egyfázisú motor lüktető nyomatékának amplitudója:

$$M_{1a} = \frac{I^2}{\omega_1} |\bar{Z}_1 - \bar{Z}_2|. \quad (5.6)$$

De mivel az egyfázisú motor elméletéből ismert módon

$$\bar{I} = \frac{\bar{U}}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2}, \quad (5.7)$$

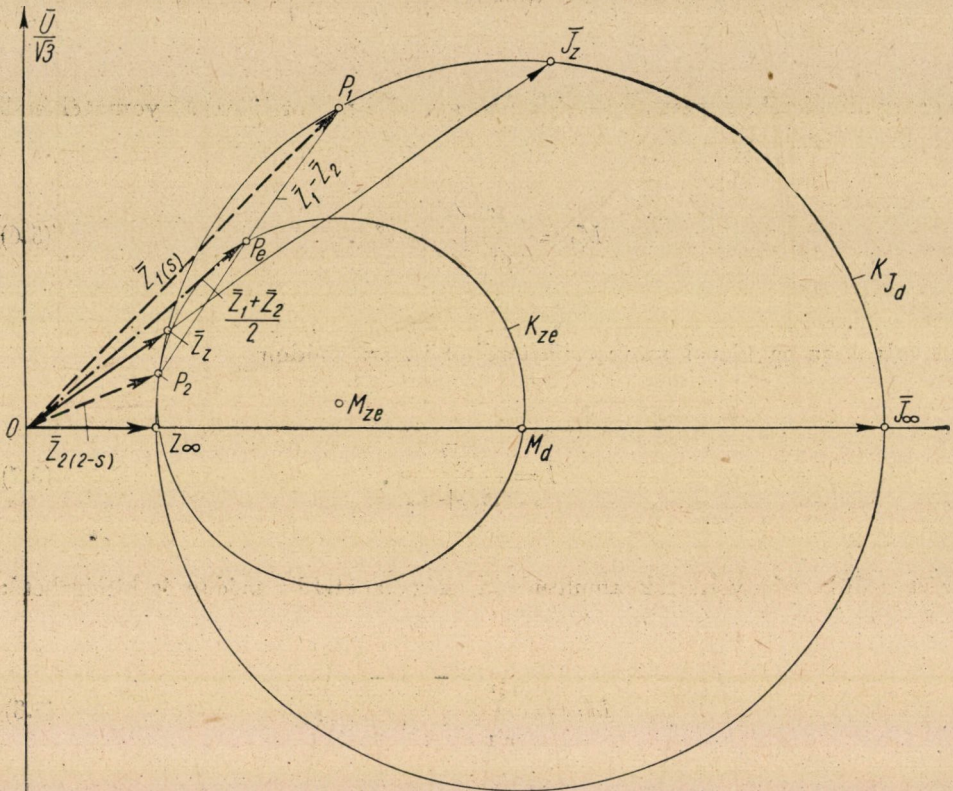
ezért a lüktető nyomaték amplitudója még az alábbi módon is kifejezhető:

$$M_{1a} = \frac{U^2}{\omega_1} \frac{|\bar{Z}_1 - \bar{Z}_2|}{|\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2|^2}. \quad (5.8)$$

A (5.8) kifejezésben előforduló értékek az egyfázisú motor impedancia diagramjából közvetlenül kiolvashatók.

Az 5. ábra a képen megrajzoltuk a háromfázisú motor kördiagramját az $U/\sqrt{3}$ fázisfeszültségre (K_{Id} kör). Ha a K_{Id} áramkört az O koordinátarendszer kezdőpontra, mint inverzió középpontra invertáljuk, akkor az \bar{I}_Z rövidzárási és \bar{I}_∞ végtelen szliphez tartozó áramvektoroknak a K_{Id} körrel való metszéspontjai szolgáltatják a \bar{Z}_Z ($s = 1$) és \bar{Z}_∞ ($s = \infty$) impedanciákat. Mint ismeretes, az egyfázisú aszinkron motor impedancia köre áthalad a \bar{Z}_Z és \bar{Z}_∞ impedancia vektorok végpontján, valamint a K_{Id} kör középpontján. E pontokon át rajzoltuk meg az egyfázisú motor impedancia körét (K_{Ze} kör). Ha a K_{Id} körön kijelöljük a tetszés szerinti szliphez tartozó P_1 és a (2-s) szliphez tartozó P_2 impedanciavektor végpontokat, akkor a $\overline{P_1 P_2}$ távolság adja a $|\bar{Z}_1 - \bar{Z}_2|$ különbséget

és a $\overline{P_1 P_2}$ egyenesnek a K_{Ze} körrel való metszéspontja (P_e) adja az $\overline{OP_e} = \frac{\overline{Z_1 + Z_2}}{2}$ fél impedancia vektorösszeg végpontját. A diagram szerkesztés segítségével, felhasználva az (5.8) összefüggést, megrajzoltuk a lüktető nyomaték amplitudójának változását a szlip függvényében (lásd 5/b ábrát). Az 5/c ábrán



5/a. ábra

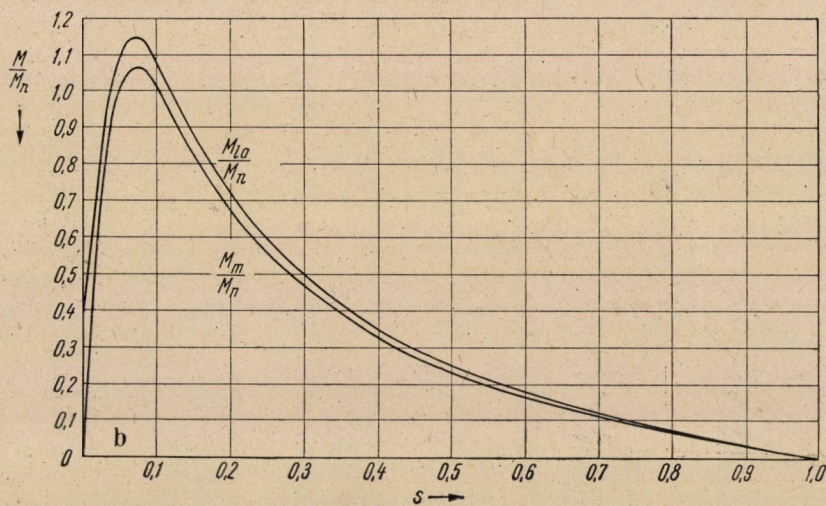
a pulzáló nyomatékot az idő függvényében tüntettük fel. Álló állapotban, amikor $\overline{Z_1} = \overline{Z_2}$, nincs pulzáló nyomaték.

Az (5.8) összefüggés további vizsgálata a lüktető nyomatéknak másik könnyebben kezelhető grafikus meghatározásához vezet. Az egyfázisú motorok elméletéből ismeretes, hogy a nyitvamaradó fázis feszültsége:

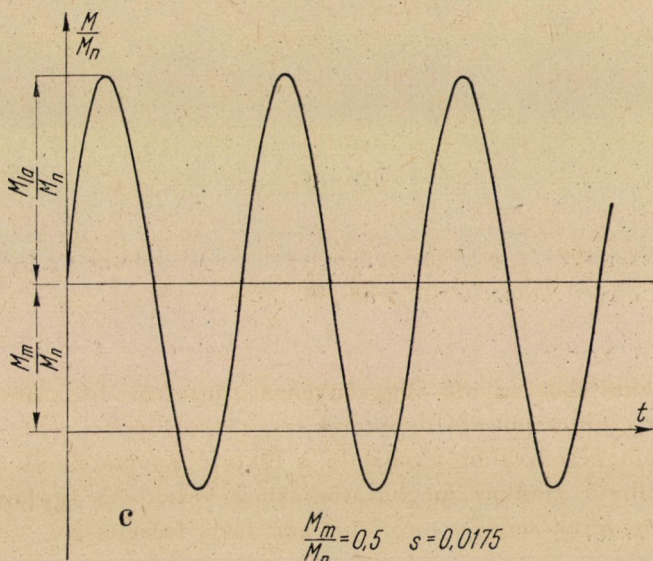
$$\overline{U}_a = \frac{\overline{U}}{j\sqrt{3}} \frac{\overline{Z_1} - \overline{Z_2}}{\overline{Z_1} + \overline{Z_2}} = \frac{\overline{I}}{j\sqrt{3}} (\overline{Z_1} - \overline{Z_2}), \quad (5.9)$$

amiből :

$$\bar{Z}_1 - \bar{Z}_2 = \frac{j\sqrt{3} \bar{U}_a}{\bar{I}} \quad (5.10)$$



5/b. ábra



$$\frac{M_m}{M_n} = 0,5 \quad s = 0,0175$$

5/c. ábra

Ámde $\frac{\bar{U}}{j\sqrt{3}} \frac{1}{\bar{Z}_2} = \bar{I}_2$ az állandó \bar{U} láncolt feszültségű háromfázisú hálózatra kapcsolt motor (a fázisfeszültség $\bar{U}_f = \bar{U}/j\sqrt{3}$) negatív sorrendű árama 2-s szlipnél. Ezt az áramot a motor háromfázisú motorkénti kördiagramjából vehetjük.

Másrésről

$$\frac{2}{j\sqrt{3}} \frac{U}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2} = \bar{I} \frac{2}{j\sqrt{3}}$$

az egyfázisú motor árama s szlipnél 90° -kal negatív irányban elforgatott koordináta-rendszerben és $\frac{2}{\sqrt{3}}$ arányban megnövelve.

Ezt az áramértéket az egyfázisú motor kördiagramjából közvetlenül leolvashatjuk, ha az egyfázisú motor kördiagramjának rövidzárási és a végtelen szliphez tartozó pontjait a háromfázisú motorként rajzolt rövidzárási és végtelen szliphez tartozó pontokkal összeesőnek vesszük ($\frac{2}{j\sqrt{3}}$ arányban növeljük). Az egyfázisú motor üresjárási áramát ugyancsak $\frac{2}{j\sqrt{3}}$ arányban kell növelni.

Így tehát a nyitvamaradó fázis feszültsége (5.11)-ből:

$$\bar{U}_a = \left(\bar{I}_2 - \frac{2}{j\sqrt{3}} \bar{I} \right) \frac{\bar{U}_f}{\bar{I}_2} \quad (5.12)$$

És végül a pulzáló nyomaték amplitudója (5.8) és (5.12) figyelembevételével

$$M_{la} = \frac{3U_f}{2\omega_2} \frac{\left| \bar{I}_1 - \frac{2}{j\sqrt{3}} \bar{I} \right| \left(I - \frac{2}{\sqrt{3}} \right)}{I_2} \quad (5.13)$$

Az (5.13) kifejezés grafikus ábrázolásához először felrajzoljuk az \bar{U}_f fázisfeszültség mellett a rendes háromfázisú, üzemi kördiagramot (lásd 5. ábra d képet). A K kör áthalad az \bar{I}_m üresjárási áram, az \bar{I}_2 rövidzárási és \bar{I}_∞ ($s = \infty$) áramok végpontján. E körön a 2-s szliphez kijelöljük az \bar{I}_2 áram végpontját. (Az ábrán az $s = 0,1$, 2-s $= 1,9$ ponthoz tartozó I_2 -öt rajzoltuk).

Ezután felrajzoltuk az egyfázisú motor kördiagramját (K_e kör) a $\frac{2}{j\sqrt{3}}$ arányban megnövelt léptékben. E kör áthalad az \bar{I}_z és \bar{I}_∞ valamint az $\bar{I}_{me} \frac{2}{j\sqrt{3}}$ áram végpontján, ahol \bar{I}_{me} az egyfázisú motor üresjárási árama.

Az egyfázisú motor kördiagramján jelöljük ki példaképpen az $s = 0,1$ ($\frac{n}{n_1} = 0,9$) szliphez tartozó $\bar{I} \frac{2}{j\sqrt{3}}$ áramvektor végpontját.

Az ábrából közvetlenül áramléptékben leolvassuk az

$$\left| \bar{I}_2 - \frac{2}{j\sqrt{3}} \bar{I} \right|, \text{ az } \bar{I} \frac{2}{j\sqrt{3}} \text{ és } \bar{I}_2$$

áramok abszolút értékeit. Ezeket helyettesítve az (5.12) összefüggésbe megkapjuk bármely szlipnél a lüktető nyomaték amplitudóját. Álló állapotban, valamint $s = \infty$ -nél $\bar{I}_2 = \frac{2}{j\sqrt{3}} \bar{I}$, vagyis ezekben a pontokban $M_{la} = 0$.

Az 5b. ábrából látható, hogy a lüktető nyomaték legnagyobb értéke $s \cong 8\%$ -nál van, amikor értéke a háromfázisú névleges nyomatékhoz viszonyítva kb. 115%.

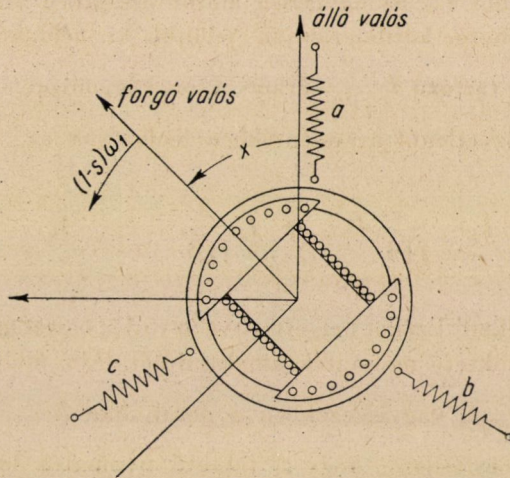
6. Aszimmetrikus forgórészű motor [1, 6, 7, 8, 10]

E fejezetben a kiképzett pólusú szinkron motornál, illetőleg olyan csúszógyűrűs motor indításánál keletkező lüktető nyomatékot fogjuk kiszámítani, amelynek forgórészén egy fázistekercselésben szakadás van.

6.1 Szinkron motor indítása

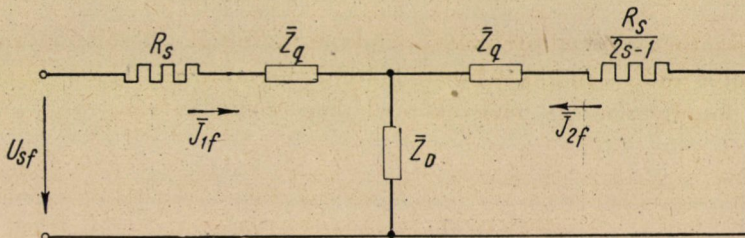
A szinkron motort álló állapotban kapcsoljuk a szimmetrikus hálózatra és feltételezzük, hogy a forgórészen a hosszirányban (d irány) és a keresztirányban (q irány) egy-egy rövidrezárt csillapítótekercselés van. A d irányban ezenkívül önmagában rövidrezárt gerjesztőtekercselés is lehet. Amint az irodalomból ismeretes, a forgórészszel együtt forgó koordináta rendszerben, amelyben a d irány a forgó valós tengely iránya (lásd 6. ábrát) — az állórész pozitív, vagy negatív sorrendű áramait a 7. ábrán látható helyettesítő vázlatból vehetjük. A helyettesítő vázlatban, $\bar{Z}_D = \frac{\bar{Z}_d - \bar{Z}_q}{2}$ -ban előforduló \bar{Z}_d és \bar{Z}_q impedanciák értékét a 8. ábra a) és b) képekből vehetjük. Álló állapotban \bar{Z}_d és \bar{Z}_q a gép

rövidzárási impedanciái d és q irányban. Ezeket egyfázisú kétsarkú állórész táplálással végzett méréssel kapjuk akkor, ha a forgórész egyszer d irányával, másszor q irányával áll az állórész gerjesztő tekercsével szemben és az állórész



6. ábra

ohmos ellenállást az eredő komplex ellenállásból levonjuk. Ha \bar{Z}_d és \bar{Z}_q értéke nem nagyon különböznek egymástól, ami jó csillapítóval felszerelt, vagy tömő



7. ábra

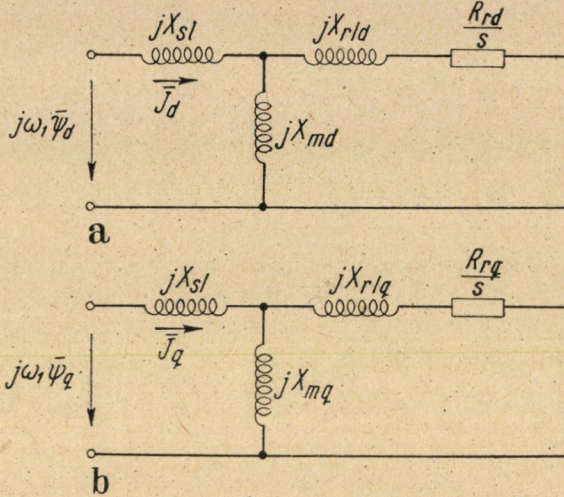
acél forgórészű szinkron gépeknél rendszerint fennáll, valamint reluktancia motoroknál is elfogadható feltétel, akkor a 7. ábrán látható helyettesítő vázlatban az állórész ohmos ellenállás hatására nem kell tekintettel lennünk. Ugyanis

az $R_s/2s-1$ ellenállás változása a $\bar{Z}_D = \frac{\bar{Z}_d - \bar{Z}_q}{2}$ kis értéke miatt nincs lényeges

befolyással az áramok alakulására. Az $s = 0,5$ szlipet és közvetlen környezetét is figyelmen kívül hagyjuk, bár $s = 0,5$ -nél $R_s/2s-1 = \infty$ és ezért pontosan félfordulatszámánál $I_2 = 0$.

Ha az állórész ohmos ellenállását elhanyagoljuk, akkor a 7. ábra helyett a 9. ábrán látható egyszerűsített helyettesítő vázlatokhoz jutunk.

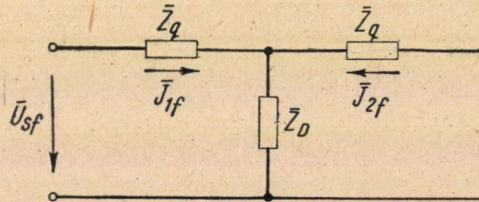
A 7. és 9. ábrákon rajzolt helyettesítő vázlatokban az \bar{U}_{sf} feszültség az állórész feszültségnek forgórész koordinátákban kifejezett vektora. Ha az álló-



8. ábra a és b kép

rész feszültség szimmetrikus háromfázisú, akkor állórész koordinátákban :

$$\bar{u}_s = U_s e^{j\omega_1 t}, \tag{6.1}$$



9. ábra

Mint hogy a forgó koordinátarendszer valós tengelye bármely pillanatban az

$$x = (1 - s) \omega_1 t + a \tag{6.2}$$

szöget zárja be az álló valós tengellyel (az a állórész fázistekercselés irányával), ezért a forgórészkoordinátákban kifejezett feszültséget úgy kapjuk, hogy az \bar{U}_s vektorát a mindenkori x szöggel a forgórész forgásiránya ellenében elforgatjuk. Eszerint a feszültség forgórész koordinátákban

$$\bar{u}_{sf} = \bar{U}_s e^{-jx} \tag{6.3}$$

(6.1) és (6.2) összefüggéseket figyelembe véve :

$$\bar{u}_{sf} = U_s e^{j\omega_1 t} e^{-j(1-s)\omega_1 t} e^{-j\alpha},$$

amiből

$$\bar{u}_{sf} = U_s e^{j(s\omega_1 t - \alpha)}. \quad (6.4)$$

\bar{u}_{sf} ismeretében kiszámítjuk \bar{I}_{1f} és \bar{I}_{2f} értékét is. A 9. ábra alapján

$$\left. \begin{aligned} \bar{i}_{1f} &= U_s e^{j(s\omega_1 t - \alpha)} \frac{\bar{Y}_d + \bar{Y}_q}{2} \\ \bar{i}_{2f} &= U_s e^{j(s\omega_1 t - \alpha)} \frac{\bar{Y}_d - \bar{Y}_q}{2} \end{aligned} \right\} \quad (6.5)$$

A (6.5) összefüggésekben \bar{Y}_d és \bar{Y}_q a 8. ábrán rajzolt helyettesítő vázlatok bemenő admittanciái, és \bar{I}_{1f} , ill. \bar{I}_{2f} forgórész koordinátákban vannak adva. Minthogy az állórész ohmos ellenállást elhanyagoltuk és a gép állórészét szimmetrikus háromfázisú feszültséggel tápláljuk, ezért negatív sorrendű feszültség és fluxus nincs, vagyis

$$\bar{\Psi}_2 = 0. \quad (6.6)$$

A lüktető nyomatékot ezért ekkor a (2.21) összefüggés alapján a következőképpen számítjuk :

$$M_l = \frac{3}{2} \operatorname{Im} [-\bar{\psi}_{1f} \bar{i}_{2f}]. \quad (6.7)$$

Mivel a forgórész-koordinátákban adott állórész fluxus

$$\bar{\psi}_{1f} = \frac{\bar{u}_{sf}}{j\omega_1} = \frac{U_s}{\omega_1} e^{j(s\omega_1 t - \alpha - \frac{\pi}{2})}, \quad (6.8)$$

ezért

$$M_l = \frac{3}{2} \operatorname{Im} \left[-\frac{U_s}{\omega_1} e^{j(s\omega_1 t - \alpha - \frac{\pi}{2})} \cdot U_s e^{j(s\omega_1 t - \alpha)} \frac{\bar{Y}_d - \bar{Y}_q}{2} \right] \quad (6.9)$$

(6.9)-ből :

$$M_l = -\frac{3}{2} \frac{U_s^2}{\omega_1} \operatorname{Im} \left[e^{j2(s\omega_1 t - \alpha - \frac{\pi}{4})} \frac{\bar{Y}_d - \bar{Y}_q}{2} \right]. \quad (6.10)$$

Ha áttérünk az effektív értékekre, akkor a nevezőben a 2 osztó eltűnik. Ezenkívül, ha

$$\frac{\bar{Y}_d - \bar{Y}_q}{2} = \bar{Y}_D(s) = \bar{Y}_D(s) e^{j\omega D} \quad (6.11)$$

helyettesítést tesszük és az

$$\bar{U}_s \bar{Y}_D = \bar{I}_D(s) \quad (6.12)$$

áramot bevezetjük, akkor a lüktető nyomaték amplitudója a kiképzett pólusú szinkron motor indításánál

$$M_{ta} = \frac{3U_s \cdot I_D(s)}{\omega_1} \quad (6.13)$$

Amint a (6.10) és (6.13) összefüggésekből látszik, a nyomaték az M_{ta} amplitúdó mellett a kétszeres szlipfrekvenciával lüktet.

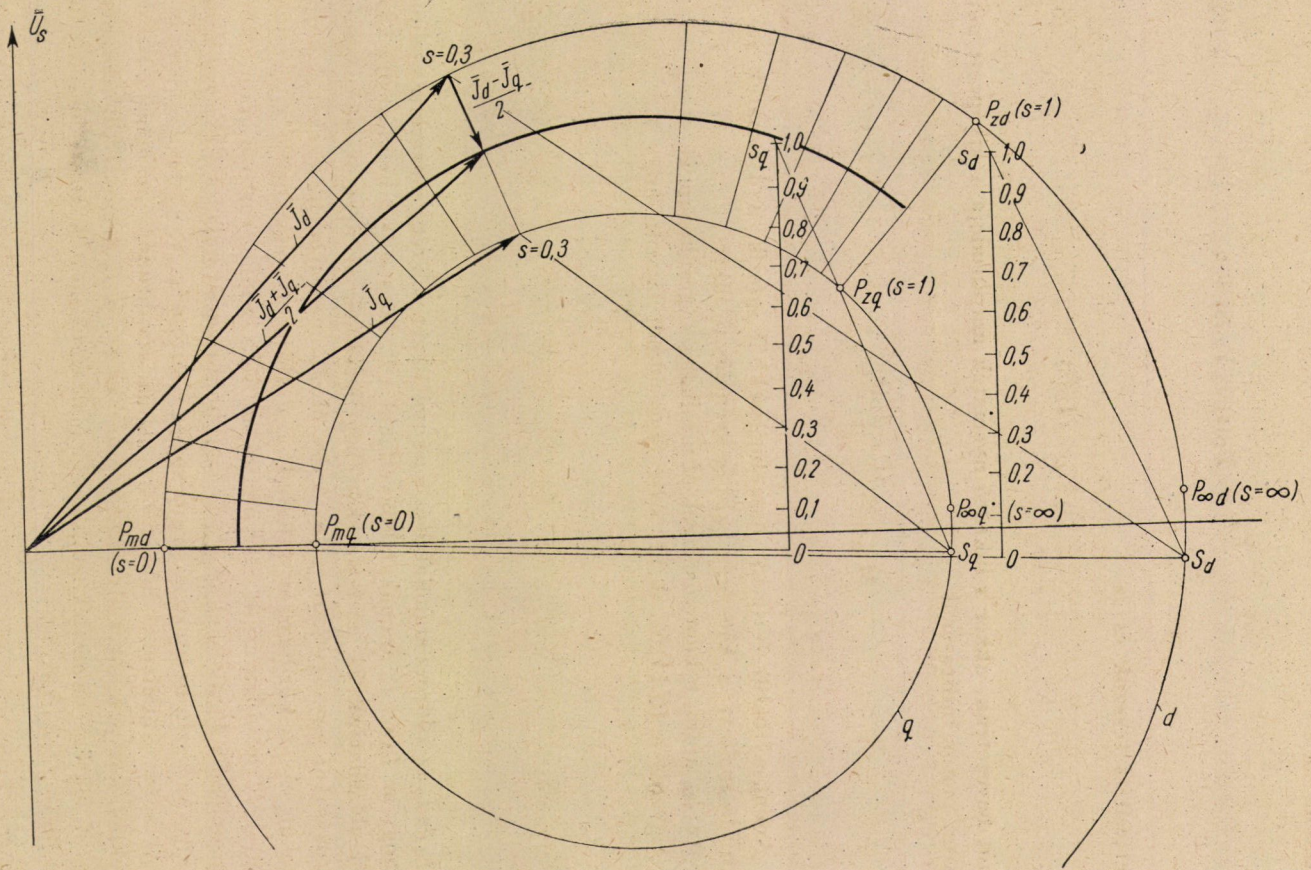
Az \bar{I}_D áramot könnyűszerrel ábrázolhatjuk grafikusán is.

Ugvanis a (6.11) és (6.12) összefüggésekből látszik, hogy

$$\bar{I}_D = \bar{U}_s \frac{\bar{Y}_d - \bar{Y}_q}{2} = \frac{\bar{I}_d - \bar{I}_q}{2}, \quad (6.14)$$

ahol \bar{I}_d és \bar{I}_q az állórész áramnak d és q irányú összetevői tetszés szerinti s szlipnél. Minthogy az \bar{I}_d és \bar{I}_q áramokat közvetlenül a 8. ábra a és b helyettesítő vázlatokból olvashatjuk ki, az is látszik, hogy ezeknek az áramoknak végpontja s változásakor egy-egy kört ír le. A 10. ábrán megrajzoltuk ezeket a kördiagramokat. A d kördiagram áthalad a d irányra vonatkozó P_{md} üresjárás ($s = 0$) és P_{zd} rövidzárs ($s = 1$) pontokon. Az s szliphez tartozó áram e körön \bar{I}_d . Hasonlóan a P_{mq} ($s = 0$) és P_{zq} ($s = 1$) pontokon át halad a q irányra vonatkozó kör. Az s szliphez tartozó áramerősség e körön \bar{I}_q . Az ábrából látszik, hogy az (\bar{I}_D) áram, amellyel a lüktető nyomaték amplitudója arányos, e kördiagramokból közvetlenül kiolvasható, mint az \bar{I}_d és \bar{I}_q áramok különbségének a fele. A lüktető nyomaték amplitudójának változását a szlip függvényében a 11. ábrán tüntettük fel.

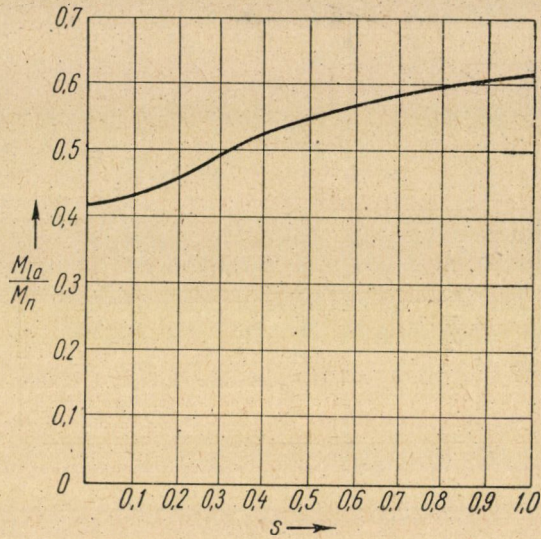
Megjegyezzük még, hogy a hajtó nyomaték az $\frac{\bar{I}_d + \bar{I}_q}{2}$ áram wattos összetevőjével van arányban.



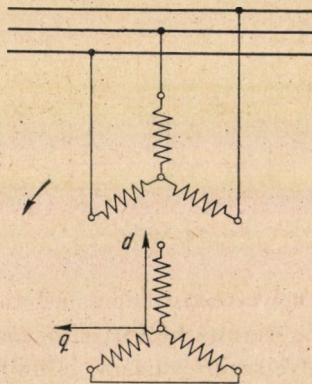
10. ábra

6.2 Szakadás a forgórész egyik fázisában

A gép kapcsolási rajzát a 12. ábra mutatja. Eszerint a d irányt a forgórész szakadt a fázisának irányában, a q irányt a forgórész b és c fázisok eredő irányába vettük fel.



11. ábra



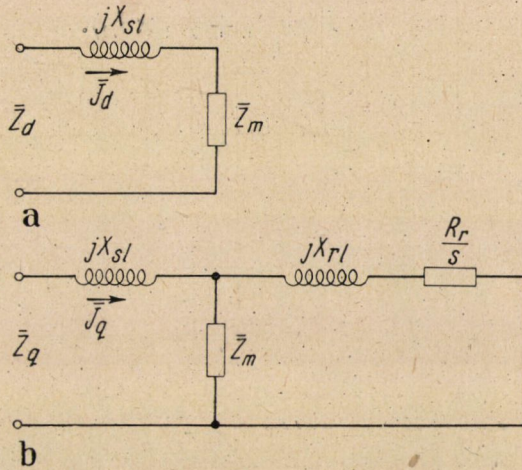
12. ábra

Ezt az üzemi esetet a 6.1 fejezetben tárgyalt szinkron gép különleges esetének foghatjuk fel, ahol a forgórész hengeres, és a d irányban egyáltalában nincs semmiféle tekercselés. A forgórész lemezelt vasteste a d irányban nem hoz létre semmilyen rövidzárt menetet. Ez esetben a d és q irányú helyettesítő vázlatokat a 13. ábra a és b képe mutatja. A d irányban nincs forgórésztekercs.

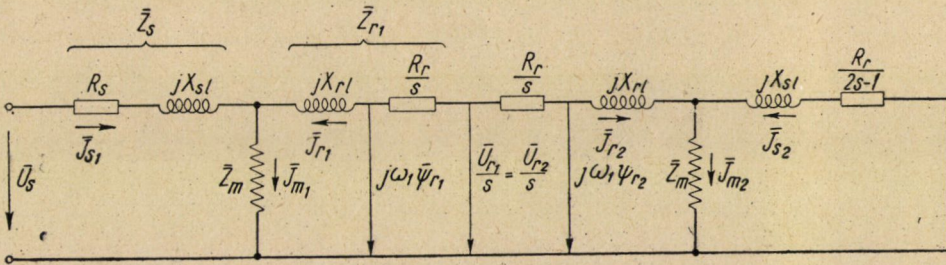
amiért ez az impedancia a fordulatszámától függetlenül állandó. Az is látszik, hogy

$$\bar{Z}_D = \frac{\bar{Z}_d - \bar{Z}_q}{2}$$

értéke viszonylag nagy, mert $\bar{Z}_d \gg \bar{Z}_q$ egészen kis szlipekig. Csak $s = 0$ -nál



13. ábra a és b kép



14. ábra

egyenlő \bar{Z}_d a \bar{Z}_q -val. Ezért a helyettesítő kapcsolásban az állórész ellenállás nem hanyagolható el és a 7. ábra szerinti helyettesítő vázlat van érvényben.

A 7. ábrán látható helyettesítő vázlatot csillag-delta átalakítással az irodalomban a forgórész egyfázisú szakadása esetére ismert helyettesítő vázlattá lehet átalakítani, amit a 14. ábrán láthatunk. A 14. ábra alapján fogjuk a lüktető nyomaték értékét ez esetben felírni. Egyszerűbbnek mutatkozik ezúttal a nyomatékot a forgórész mennyiségekkel kifejezni.

Eszerint a teljes nyomaték :

$$\bar{M} = \frac{3}{2} \bar{\psi}_r \times \bar{i}_r . \quad (6.15)$$

De mivel

$$\begin{aligned} \bar{\psi}_r &= \bar{\psi}_{r1} + \hat{\psi}_r \\ \bar{i}_r &= \bar{i}_{r1} + \hat{i}_{r2} \end{aligned} \quad (6.16)$$

Ezért a lüktető nyomatékrész

$$\bar{M}_l = \frac{3}{2} (\bar{\psi}_{r2} \times \hat{i}_{r2} + \bar{\psi}_{r2} \times \bar{i}_{r1}). \quad (6.17)$$

Vagy komplex alakban :

$$M_l = \frac{3}{2} \operatorname{Im} [\bar{\psi}_{r2} \bar{i}_{r1} - \bar{\psi}_{r1} \bar{i}_{r2}]. \quad (6.18)$$

A 14. ábra alapján

$$\bar{i}_{r1} = -\bar{i}_{r2} \quad (6.19)$$

és

$$j\omega_1 \bar{\psi}_{r1} = -2\bar{i}_{r1} \frac{R_r}{s} + j\omega_1 \bar{\psi}_{r2},$$

amiből

$$j\omega_1 (\bar{\psi}_{r1} + \bar{\psi}_{r2}) = 2 \left((j\omega_1 \bar{\psi}_{r2} - \bar{i}_{r1} \frac{R_r}{s}) \right) = \frac{2\bar{u}_{r1}}{s}$$

$$\bar{\psi}_{r1} + \bar{\psi}_{r2} = \frac{2\bar{u}_{r1}}{j\omega_1 s} \quad (6.20)$$

(6.18), (6.19) és (6.20) figyelembevételével

$$M_l = \frac{3}{2} \operatorname{Im} \left[\frac{\bar{i}_{r1} 2\bar{u}_{r1}}{j\omega_1 s} \right]. \quad (6.21)$$

A (6.21) összefüggésből a lüktető nyomatékot grafikus úton tudjuk legegyszerűbben meghatározni. A (6.21) összefüggésből a lüktető nyomaték amplitudója :

$$M_{la} = 6 \frac{|\bar{I}_{r1}| |\bar{U}_{r1}|}{s\omega_1}. \quad (6.22)$$

Vagy mivel

$$\bar{I}_{r1} = \frac{\bar{I}_r}{j\sqrt{3}} \quad \text{és} \quad 2\bar{U}_{r1} = \bar{U}_r$$

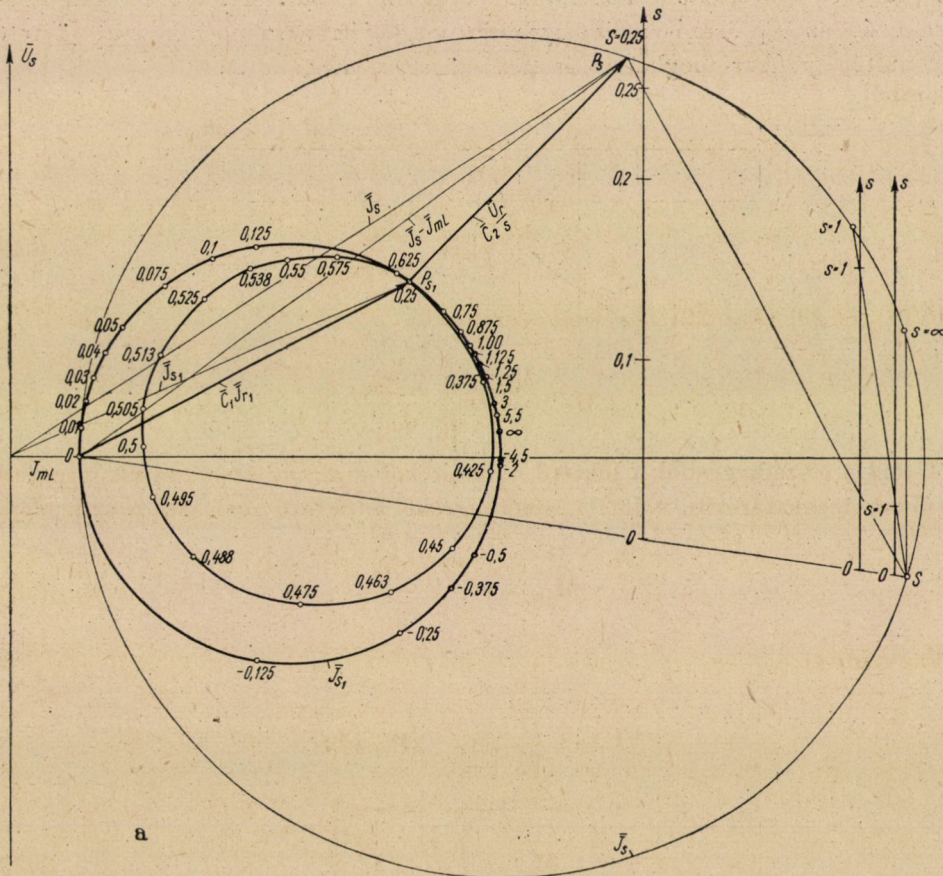
$$\boxed{M_{la} = \frac{I_r U_r}{s\omega_1} \sqrt{3}} \quad (6.22')$$

Ha ismerjük az \bar{i}_{s1} áram-vektor diagramját, valamint a motornak szimmetrikus üzemre vonatkozó kördiagramját, akkor a különböző szlipértékekhez az $|\bar{I}_{r1}|$ árammal és az $|\bar{U}_{r1}|/s$ feszültséggel arányos mennyiségeket közvetlenül leolvashatjuk. A 15/a ábrán rajzoltuk fel a szimmetrikus üzemre vonatkozó kördiagramot (\bar{I}_s köre), valamint a forgórész aszimmetriája esetére vonatkozó bicirkuláris kvartikát (\bar{I}_{s1} görbéje). Kijelöljük a körön az s szliphez tartozó P_s pontot (\bar{I}_s áram végpontja) és az ugyanehhez a szliphez tartozó P_{s1} áram-pontot (\bar{I}_{s1} áram végpontja) a bicirkuláris kvartikán. Amint az ábrából látható

$$\bar{c}_1 \bar{I}_{r1} = \bar{I}_{mL} - \bar{I}_{s1}$$

és

$$\bar{c}_2 \frac{\bar{U}_{r1}}{s} = \bar{I}_s - \bar{I}_{s1}. \tag{6.23}$$



15/a ábra

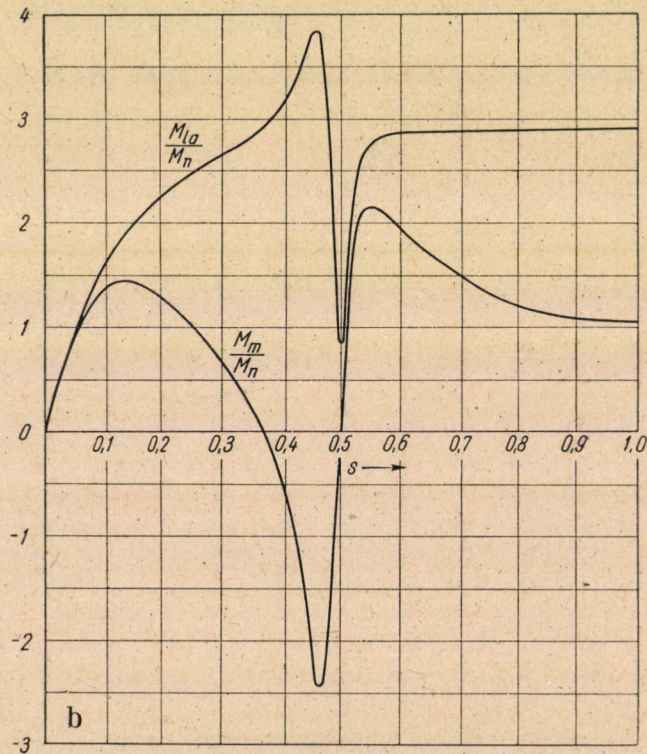
Az alábbiakban bebizonyítjuk, hogy

$$\bar{c}_1 \bar{c}_2 = \frac{\bar{I}_s - \bar{I}_{mL}}{\bar{U}_s} \quad (6,24)$$

és ezért (6.22) és (6.23) felhasználásával a lüktető nyomaték :

$$M_{la} = U_s \frac{6}{\omega_1} \frac{|\bar{I}_{mL} - \bar{I}_{s1}| |\bar{I}_s - \bar{I}_{s1}|}{|\bar{I}_s - \bar{I}_{mL}|} \quad (6.25)$$

A (6.25) kifejezésben csupa olyan áram érték van, amelyet az áram-vektor-diagramból közvetlenül áramléptékben lehet leolvasni. A motorkénti kördiagram és az \bar{I}_{s1} áram-vektordiagramja megadják a szlipperiódussal lüktető nyomaték grafikus meghatározásához szükséges adatokat.



15/b. ábra

Hátra maradt még a (6.23) és (6.24) összefüggések bizonyítása. A 14. ábra alapján :

$$\bar{I}_{r1} = \bar{I}_{mL} - \bar{I}_{s1} = \frac{\bar{U}_s - \bar{I}_{s1} \bar{Z}_s}{\bar{Z}_m} - \bar{I}_{s1},$$

vagy másképpen írva :

$$\bar{I}_{r1} = \frac{\bar{U}_s}{\bar{Z}_m} - \bar{I}_{s1} \frac{\bar{Z}_s + \bar{Z}_m}{\bar{Z}_m} \quad (6.26)$$

$$\frac{\bar{Z}_s + \bar{Z}_m}{\bar{Z}_m} = \frac{1}{\bar{c}_1} \quad \text{-et kiemelve :}$$

$$\bar{c}_1 \bar{I}_{r1} = \frac{\bar{U}_s}{\bar{Z}_s + \bar{Z}_m} - \bar{I}_{s1} = \bar{I}_{mL} - \bar{I}_{s1}, \quad (6.23/a')$$

Ezzel a (6.23) egyenletek közül az elsőt igazoltuk. A (6.23) második egyenletének igazolására ugyancsak a 14. ábrából indulunk ki. Eszerint :

$$\frac{\bar{U}_{r1}}{s} = \bar{U}_s - \bar{I}_{s1} \bar{Z}_s + \bar{I}_{r1} \bar{Z}_{r1} \quad (6.27)$$

I_{r1} értékét (6.26)-ból (6.27)-be helyettesítve :

$$\begin{aligned} \frac{\bar{U}_{r1}}{s} &= \bar{U}_s - \bar{I}_{s1} \bar{Z}_s + \bar{Z}_{r1} \left[\frac{\bar{U}_s}{\bar{Z}_m} - \bar{I}_{s1} \frac{\bar{Z}_s + \bar{Z}_m}{\bar{Z}_m} \right] = \\ &= \bar{U}_s \frac{\bar{Z}_m + \bar{Z}_{r1}}{\bar{Z}_m} - \bar{I}_{s1} \frac{\bar{Z}_s \bar{Z}_m + \bar{Z}_{r1} \bar{Z}_m + \bar{Z}_{r1} \bar{Z}_s}{\bar{Z}_m} \end{aligned}$$

$$\frac{\bar{Z}_s \bar{Z}_m + \bar{Z}_{r1} \bar{Z}_m + \bar{Z}_{r1} \bar{Z}_s}{\bar{Z}_m} = \frac{1}{\bar{c}_2} \quad \text{-öt kiemelve}$$

$$\bar{c}_2 \frac{\bar{U}_{r1}}{s} = \bar{U}_s \frac{\bar{Z}_m + \bar{Z}_{r1}}{\bar{Z}_s \bar{Z}_m + \bar{Z}_{r1} \bar{Z}_m + \bar{Z}_{r1} \bar{Z}_s} - \bar{I}_{s1}.$$

De minthogy

$$\bar{U}_s \frac{\bar{Z}_m + \bar{Z}_{r1}}{\bar{Z}_s \bar{Z}_m + \bar{Z}_{r1} \bar{Z}_m + \bar{Z}_{r1} \bar{Z}_s} = \bar{I}_s$$

a rendes aszinkron motorkénti áramerősség s szlipnél, ezért

$$\bar{c}_2 \frac{\bar{U}_{r1}}{s} = \bar{I}_s - \bar{I}_{r1} \quad (6.23/b')$$

Bizonyítanunk kell még a (6.24) összefüggést.

\bar{c}_1 és \bar{c}_2 értékét (6.24)-be helyettesítve :

$$\bar{c}_1 \bar{c}_2 = \frac{\bar{Z}_m^2}{(\bar{Z}_s + \bar{Z}_m) [\bar{Z}_s \bar{Z}_m + \bar{Z}_{r1} \bar{Z}_m + \bar{Z}_{r1} \bar{Z}_s]} \quad (6.28)$$

De mivel

$$\bar{I}_s = \bar{U}_s \frac{\bar{Z}_m + \bar{Z}_{r1}}{\bar{Z}_s \bar{Z}_m + \bar{Z}_{r1} \bar{Z}_m + \bar{Z}_{r1} \bar{Z}_s}$$

és

$$I_{mL} = \frac{\bar{U}_s}{\bar{Z}_m + \bar{Z}_s},$$

ezért

$$\bar{I}_s - \bar{I}_{mL} = \bar{U}_s \frac{\bar{Z}_m^2}{(\bar{Z}_s + \bar{Z}_m) [\bar{Z}_s \bar{Z}_m + \bar{Z}_{r1} \bar{Z}_m + \bar{Z}_{r1} \bar{Z}_s]} \quad (6.29)$$

(6.28) és (6.29) összefüggésekből közvetlen összehasonlításból következik :

$$\bar{c}_1 \bar{c}_2 = \frac{\bar{I}_s - \bar{I}_{mL}}{\bar{U}_s} \quad (6.24')$$

Ezzel végeredményképpen a (6.25) összefüggés helyességét is igazoltuk. A lüktető nyomaték változását a szlip függvényében a 15/b ábrán rajzoltuk meg. Ugyanitt feltüntettük a mechanikai nyomaték változását is.

Mint utolsó példát kiszámítjuk az aszimmetrikus háromfázisú feszültségrendszerre kapcsolt kiképzett pólusú szinkron generátor lüktető nyomatékát.

7. Aszimmetrikus háromfázisú feszültségrendszerre kapcsolt szinkron gép [7, 9, 10]

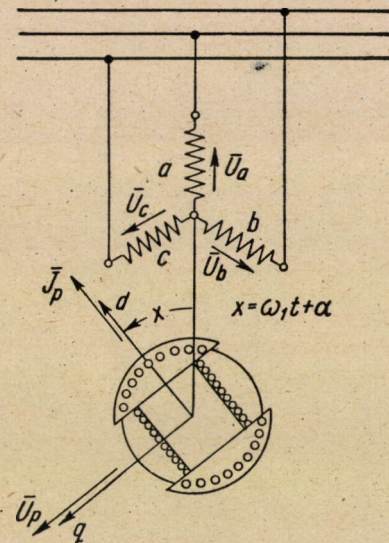
A szinkron gép elvi vázlatát a 16. ábra mutatja. A forgórész kiképzett pólusú. A pólus irányát a szokott módon d iránynak, arra merőlegesen q iránynak nevezzük. Az állórészre rákapcsoltuk az \bar{U}_a , \bar{U}_b , \bar{U}_c fázisfeszültségekből álló háromfázisú aszimmetrikus feszültségrendszert. A forgórész szinkron forog. Amennyiben a forgórészt \bar{I}_p egyenárammal gerjesztjük, aminek az $\bar{U}_p = \bar{I}_p jX_m$ pólusfeszültség felel meg, akkor a szinkron gép bizonyos mechanikai terhelésekor

a gép állórésztekercselésében az \bar{U}_s feszültség mellett az \bar{i}_s áram folyik. A mechanikai terhelésre jellemzőnek tekintjük az \bar{U}_1 és \bar{U}_p feszültségekkel bezárt δ szöget. A nyomatókat ezúttal is a teljesen általános érvényű

$$\bar{M} = \frac{3}{2} \bar{\psi}_s \times \bar{i}_s,$$

illetve komplex alakban az

$$M = \frac{3}{2} \text{Im} [\hat{\psi}_s \bar{i}_s]$$



16. ábra

összefüggésből számítjuk. Elsősorban $\hat{\psi}_s$ értékét állapítjuk meg. Már ismert módon :

$$\bar{\psi}_s = \bar{\Psi}_1 e^{j\omega_1 t} + \hat{\Psi}_2 e^{-j\omega_1 t}. \quad (7.1)$$

Az eddig használt felírási módhoz képest annyiban változtattunk, hogy a $\bar{\Psi}_1 = \Psi_1 e^{j\tau_1}$ és $\hat{\Psi}_2 = \Psi_2 e^{-j\tau_2}$ komplex vektorok nem a komplex pillanatértéket jelölik, hanem az ω_1 és $-\omega_1$ szögsebességgel forgó vektorok komplex amplitudóját jelentik.

A (7.1) összefüggés álló koordinátarendszerben van felírva, amelynek valós tengelye az a fázis tengelyének irányába esik.

7.1 Forgó koordináták

A további számítások egyszerűbbé válnak, ha az álló koordinátákból áttérünk olyan forgó koordináta rendszerre, amelynek valós tengelye a forgórész d irányával, képzetes tengelye a q irányával esik egybe. Ha az állórész koordinátákban felírt mennyiségeket forgó koordinátákban akarjuk kapni, akkor, amint a 6. fejezetben láttuk, az állórész mennyiségeket az

$$e^{-jx} = e^{-j(\omega_1 t + \alpha)}$$

forgató egységvektorral kell szorozni. Transzformáljuk tehát a (7.1) kifejezésben felírt fluxusokat forgó koordinátákba. Akkor

$$\bar{\psi}_{sf} = \bar{\Psi}_{1f} + \hat{\Psi}_{2f} e^{-j^2 \omega_1 t}, \quad (7.2)$$

ahol

$$\bar{\Psi}_{1f} = \Psi_1 e^{j(\varphi_1 - \alpha)} \text{ és } \hat{\Psi}_{2f} = \Psi_2 e^{-j(\varphi_2 + \alpha)}.$$

Mínthogy további vizsgálatainknál mindenütt forgórész koordinátákban felírt mennyiségekkel számolunk, ezért a félreérthetőség veszélye nélkül elhagyhatjuk az f indexet, szem előtt tartva azonban, hogy az állórész fluxus, feszültség és áram értékei mind forgó koordinátákban értendők. Ennek megfelelően a (7.2) összefüggést újra felírjuk:

$$\bar{\psi}_s = \bar{\Psi}_1 + \hat{\Psi}_2 e^{-j^2 \omega_1 t} \quad (7.2')$$

7.2 A fluxus és feszültség értékei

Ha az állórésztekercselés ohmos ellenállását elhanyagolhatónak vesszük, akkor a szimmetrikus összetevő fluxusok és feszültségek között a következő összefüggések érvényesek:

$$\bar{\Psi}_1 = \frac{\bar{U}_1}{j\omega_1} \text{ és } \bar{\Psi}_2 = \frac{\bar{U}_2}{j\omega_1},$$

illetve

$$\hat{\Psi}_2 = -\frac{\hat{U}_2}{j\omega_1},$$

Ezeket az értékeket (7.2')-be helyettesítve:

$$\bar{\psi}_s = \frac{\bar{U}_1}{j\omega_1} - \frac{\hat{U}_2 e^{-j^2 \omega_1 t}}{j\omega_1}. \quad (7.3)$$

Vagy mivel a nyomaték kiszámításakor a fluxus kifejezésének konjugáltjára van szükség, ezért

$$\hat{\psi}_s = -\frac{1}{j\omega_1} [\hat{U}_1 - \bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t}]. \quad (7.4)$$

A fluxushoz hasonlóan a feszültséget is felírhatjuk a szimmetrikus összetevőkkel, eszerint :

$$\bar{u}_s = \bar{U}_1 e^{j\omega_1 t} + \hat{U}_2 e^{-j\omega_1 t}. \quad (7.5)$$

Vagy forgó koordinátarendszerben (az f indexet elhagyva) :

$$\bar{u}_s = \bar{U}_1 + \hat{U}_2 e^{-j2\omega_1 t}. \quad (7.6)$$

A továbbiak szempontjából célszerű a feszültséget d és q irányú összetevőkre bontani (Park-koordináták). Eszerint

$$\bar{u}_s = u_d + ju_q = \text{Re}(\bar{u}_s) + j\text{Im}(\bar{u}_s), \quad (7.7)$$

ahol u_d és u_q a feszültség d és q irányú összetevőjének pillanatértéke.

(7.6) és (7.7) összefüggések felhasználásával :

$$\begin{aligned} u_d &= \text{Re}[\bar{U}_1 + \hat{U}_2 e^{-j2\omega_1 t}] = \text{Re}[\bar{U}_1 + \bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t}] \\ \text{és} \quad u_q &= \text{Im}[\bar{U}_1 + \hat{U}_2 e^{-j2\omega_1 t}] = \text{Im}[\bar{U}_1 - \bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t}] = \\ &= \text{Re}[-j\bar{U}_1 + j\bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t}] \end{aligned} \quad (7.8)$$

u_d és u_q feszültségösszetevők még felbonthatók a pozitív és negatív sorrendű feszültségek d és q irányú összetevőire. Ezért a (7.8) alapján írhatjuk :

$$\left. \begin{aligned} \bar{u}_{d1} &= \text{Re}[\bar{U}_1], & \bar{u}_{d2} &= \text{Re}[\bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t}] \\ \bar{u}_{q1} &= \text{Re}[-j\bar{U}_1], & \bar{u}_{q2} &= \text{Re}[j\bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t}] \end{aligned} \right\} \quad (7.9)$$

Ezek után az \bar{i}_s áram értéket kell kiszámítanunk. E célból először felírjuk a gép feszültségegyenletét álló, illetve forgó koordinátarendszerben.

7.3 Feszültség egyenlet

Álló koordináta rendszerben :

$$\bar{u}_s = \bar{i}_s R_s + \frac{d\bar{\psi}_s}{dt}, \quad (7.10)$$

vagy az ohmos ellenállások elhanyagolásával :

$$\bar{u}_s = \frac{d\bar{\psi}_s}{dt}. \quad (7.11)$$

Ha $x = \omega_1 t + \alpha$ a forgó koordinátarendszer valós tengelyének szöge a forgó rendszer valós tengelyéhez képest, akkor a forgó koordinátarendszerben felírt mennyiségekre :

$$\bar{u}_{sf} e^{jx} = \frac{d(\bar{\psi}_{sf} e^{jx})}{dt}, \quad (7.11')$$

amiből az f indexet elhagyva (forgó koordinátákban)

$$\bar{u}_s = \frac{d\bar{\psi}_s}{dt} + j\omega_1 \bar{\psi}_s. \quad (7.12)$$

Ha most már a forgó koordinátákban felírt állórész mennyiségeket itt is d és q irányú összetevőkre bontjuk, akkor az \bar{u}_s feszültség, amint (7.7) alatt láttuk, a következőképpen fejezhető ki :

$$\text{hasonlóan} \quad \left. \begin{aligned} \bar{u}_s &= u_d + ju_q \\ \bar{\psi}_s &= \psi_d + j\psi_q \end{aligned} \right\} \quad (7.13)$$

Ezeket az értékeket (7.12) egyenletbe helyettesítve és a valós és képzetes részeket szétválasztva a következő feszültség egyenletekhez jutunk :

$$\text{és} \quad \left. \begin{aligned} u_d &= \frac{d\psi_d}{dt} - \omega_1 \psi_q \\ u_q &= \frac{d\psi_q}{dt} + \omega_1 \psi_d \end{aligned} \right\} \quad (7.14)$$

A (7.9) összefüggésekben alkalmazott felbontással élve a (7.14) összefüggések helyett a következő négy feszültségegyenletet írhatjuk fel:

$$\left. \begin{aligned} u_{d1} &= \frac{d\psi_{d1}}{dt} - \omega_1 \psi_{q1} \\ u_{q1} &= \frac{d\psi_{q1}}{dt} + \omega_1 \psi_{d1} \end{aligned} \right\} \quad (7.15)$$

$$\left. \begin{aligned} u_{d2} &= \frac{d\psi_{d2}}{dj} - \omega_1 \psi_{q2} \\ u_{q2} &= \frac{d\psi_{q2}}{dt} + \omega_1 \psi_{d2} \end{aligned} \right\} \quad (7.16)$$

A (7.15) egyenletekben felírt pozitív sorrendű mennyiségek a forgó koordinátarendszerhez képest nyugalomban vannak és ezért e mennyiségek a forgó koordinátarendszerben időben állandóak. Következésképp a $d\psi_{d1}/dt$ és $d\psi_{q1}/dt$ differenciálhányadosok a forgó rendszerben eltűnnek. Ennek megfelelően (7.15) még a következőképpen írható:

$$\text{és} \quad \left. \begin{aligned} u_{d1} &= -\omega_1 \psi_{q1} \\ u_{q1} &= \omega_1 \psi_{d1} \end{aligned} \right\} \quad (7.15')$$

A (7.15') összefüggésekben előforduló pillanatérték helyett írhatjuk az állandó fázishelyzetű komplex síkvektorértéket is. Eszerint

$$\text{és} \quad \left. \begin{aligned} \bar{u}_{d1} &= -\omega_1 \bar{\psi}_{q1} \\ \bar{u}_{q1} &= \omega_1 \bar{\psi}_{d1} \end{aligned} \right\} \quad (7.17)$$

A (7.16) egyenletekben előforduló negatív sorrendű mennyiségek a kétszeres periódus-számmal lüktető feszültségek és fluxusok pillanatértékei forgó koordinátákban. Az időben szinusz szerint változó mennyiségeket a szokott módon komplex vektorokkal is kifejezhetjük. Eszerint

$$\left. \begin{aligned} \bar{u}_{d2} &= \frac{d\bar{\psi}_{d2}}{dt} - \omega_1 \bar{\psi}_{q2} \\ \bar{u}_{q2} &= \frac{d\bar{\psi}_{q2}}{dt} + \omega_1 \bar{\psi}_{d2} \end{aligned} \right\} \quad (7.18)$$

De mivel a kétszeres frekvenciájú szinuszos változás esetén :

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\bar{\psi}_{d2}}{dt} &= j2 \omega_1 \bar{\psi}_{d2} \\ \frac{d\bar{\psi}_{q2}}{dt} &= j2 \omega_1 \bar{\psi}_{q2} \end{aligned} \right\} \quad (7.19)$$

ezért (7.18) és (7.19) felhasználásával a negatív sorrendű feszültségek és fluxusok komplex vektorai között forgó koordinátákban a következő összefüggéseket találjuk :

$$\left. \begin{aligned} \bar{u}_{d2} &= j2 \omega_1 \bar{\psi}_{d2} - \omega_1 \bar{\psi}_{q2} \\ \bar{u}_{q2} &= j2 \omega_1 \bar{\psi}_{q2} + \omega_1 \bar{\psi}_{d2} \end{aligned} \right\} \quad (7.20)$$

7.4 Az áramok kiszámítása

Az áramok kiszámításához ugyanazokat a helyettesítő vázlatokat használhatjuk, amelyeket a 6. fejezetben a d és q irányú áramok kiszámítására használtunk, és amelyeket a 8. ábra a és b képen rajzoltunk meg.

Eszerint A) a pozitív sorrendű feszültségekhez tartozó áramokat, B) a negatív sorrendű feszültségekhez tartozó áramokat számítjuk.

A) A pozitív sorrendű mennyiségekkel kapcsolatban a következő megállapításokat tehetjük :

a) A 8. ábra a és b képe alapján a szinkron forgó koordinátarendszerben $s = 0$, és ezért

$$\left. \begin{aligned} jX_d \bar{i}_{d1} &= j\omega_1 \bar{\psi}_{d1} \\ jX_q \bar{i}_{q1} &= j\omega_1 \bar{\psi}_{q1} \end{aligned} \right\} \quad (7.21)$$

ahol $X_d = X_{sl} + X_{md}$ a hosszirányú szinkron reaktancia és

$X_q = X_{sl} + X_{mq}$ a keresztirányú szinkron reaktancia.

b) A (7.9) és (7.17) egyenletek közvetlen összehasonlításával, figyelembe véve, hogy \bar{u}_{d1} és \bar{u}_{q1} komplex idővektorok megegyeznek a (7.9) egyenletek szerint \bar{U}_1 és $-j\bar{U}_1$ idővektorokkal, kapjuk

$$\left. \begin{aligned} \bar{U}_1 &= -\omega_1 \bar{\psi}_{q1} \\ -j\bar{U}_1 &= \omega_1 \bar{\psi}_{d1} \end{aligned} \right\} \quad (7.17')$$

c) (7.21) és (7.17') egyenletekből kiszámítjuk a pozitív sorrendű áramokat ;
eszerint

$$\bar{U}_1 = j\omega_1 \bar{\psi}_{d1} = jX_d \bar{i}_{d1}$$

és ebből

$$\bar{i}_{d1} = \frac{\bar{U}_1}{jX_d}, \quad (7.22)$$

hasonlóan

$$-j\bar{U}_1 = j\omega_1 \bar{\psi}_{q1} = jX_q \bar{i}_{q1},$$

amiből

$$\bar{i}_{q1} = \frac{-j\bar{U}_1}{jX_q}. \quad (7.23)$$

B) A negatív sorrendű mennyiségekkel összefüggésben megállapítjuk, hogy

a) a 8. ábra *a* és *b* kép alapján szinkronforgó koordinátarendszerben
 $s = 2$ és ezért

$$\left. \begin{aligned} \bar{Z}_d \bar{i}_{d2} &= j\omega_1 \bar{\psi}_{d2} \\ \bar{Z}_q \bar{i}_{q2} &= j\omega_1 \bar{\psi}_{q2} \end{aligned} \right\} \quad (7.24)$$

(7.24)-ben \bar{Z}_d , ill. \bar{Z}_q a 8. ábra *a* és *b* képén látható helyettesítő vázlatok bemenő impedanciája $s = 2$ szlipnél.

b) A (7.9) és (7.20) egyenletek közvetlen összehasonlításával, figyelembe véve, hogy \bar{u}_{d2} és \bar{u}_{q2} komplex idővektorok megegyeznek a (7.9) egyenletek szerint az $\bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t}$ és $j\bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t}$ idővektorokkal, kapjuk :

$$\left. \begin{aligned} \bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t} &= j2\omega_1 \bar{\psi}_{d2} - \omega_1 \bar{\psi}_{q2} \\ j\bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t} &= \omega_1 \bar{\psi}_{d2} + j2\omega_1 \bar{\psi}_{q2} \end{aligned} \right\} \quad (7.20')$$

c) (7.20') egyenletekből (7.24) figyelembevételével kiszámítjuk a negatív sorrendű áramokat.

$$\left. \begin{aligned} \bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t} &= j\omega_1 \bar{\psi}_{d2} = \bar{i}_{d2} \bar{Z}_d \\ j\bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t} &= j\omega_1 \bar{\psi}_{q2} = \bar{i}_{q2} \bar{Z}_q \end{aligned} \right\} \quad (7.25)$$

(7.25)-ből :

$$\begin{array}{l} \bar{i}_{d2} = \frac{\bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t}}{\bar{Z}_d} \\ \text{és} \\ \bar{i}_{q2} = \frac{j\bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t}}{\bar{Z}_q} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \bar{i}_{d2} \\ \bar{i}_{q2} \end{array}} \right\} \quad (7.26)$$

Mivel azonban a forgórész kör ohmos ellenállásainak elhanyagolásával

$$\begin{array}{l} \bar{Z}_d = jX'_d \\ \text{és} \\ \bar{Z}_q = jX'_q \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \bar{Z}_d \\ \bar{Z}_q \end{array}} \right\} \quad (7.27)$$

a szinkron gép szubtranzienis reaktanciája a d és q irányban, következőleg

$$\begin{array}{l} \bar{i}_{d2} = \frac{\bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t}}{jX'_d} \\ \text{és} \\ \bar{i}_{q2} = \frac{j\bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t}}{jX'_q} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \bar{i}_{d2} \\ \bar{i}_{q2} \end{array}} \right\} \quad (7.26')$$

A d , ill. q irányú áramok összetevőinek komplex idővektorait kiszámítottuk. A nyomaték kiszámításához szükséges állórész áramerősséget a d és q irányú összetevők pillanatértékeivel a következőképpen fejezhetjük ki.

$$\bar{i}_s = i_d + ji_q = i_{d1} + ji_{q1} + i_{d2} + ji_{q2} \quad (7.28)$$

(7.22) és (7.23) felhasználásával :

$$\begin{array}{l} i_{d1} = \operatorname{Re}(\bar{i}_{d1}) = \operatorname{Re}\left(\frac{\bar{U}_1}{jX_d}\right) \\ \text{és} \\ i_{q1} = \operatorname{Re}(\bar{i}_{q1}) = \operatorname{Re}\left(\frac{-j\bar{U}_1}{jX_q}\right) \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} i_{d1} \\ i_{q1} \end{array}} \right\} \quad (7.29)$$

A (7.29) összefüggések első egyenletével kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy az csak akkor van érvényben, ha a szinkron gép forgórészét nem gerjesztjük. Ha ellenben a gép pólusfeszültsége U_p , akkor

$$i_{d1} = \operatorname{Re}\left(\frac{\bar{U}_1}{jX_d}\right) - \frac{U_p}{X_d} \quad (7.30)$$

A (7.30)-ban és (7.29) második egyenletében előforduló reális részeket még ismert módon a következőképpen is írhatjuk :

$$i_{d1} = \frac{\bar{U}_1 - \hat{U}_1}{2jX_d} - \frac{U_p}{X_d}$$

és

$$i_{q1} = -j \frac{\bar{U}_2 + \hat{U}_1}{2jX_q},$$

amiből a (7.28)-ban előforduló

$$i_{d1} + ji_{q1} = \frac{\bar{U}_1}{2} \left(\frac{1}{jX_d} + \frac{1}{jX_q} \right) - \frac{\hat{U}_1}{2} \left(\frac{1}{jX_d} - \frac{1}{jX_q} \right) - \frac{U_p}{X_d}. \quad (7.31)$$

Másrésről

$$\left. \begin{aligned} i_{d2} &= \operatorname{Re}(\bar{i}_{d2}) = \operatorname{Re} \left[\frac{\bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t}}{jX_d'} \right] \\ i_{q2} &= \operatorname{Re}(\bar{i}_{q2}) = \operatorname{Re} \left[\frac{j\bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t}}{jX_q'} \right] \end{aligned} \right\} \quad (7.32)$$

A reális részeket ismét átírva a másik alakba :

$$i_{d2} = \frac{\bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t} - \hat{U}_2 e^{-j2\omega_1 t}}{2jX_d'}$$

$$i_{q2} = j \frac{\bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t} + \hat{U}_2 e^{-j2\omega_1 t}}{2jX_q'},$$

amiből a (7.28)-ban előforduló

$$i_{d2} + ji_{q2} = \frac{\bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t}}{2} \left(\frac{1}{jX_d'} - \frac{1}{jX_q'} \right) - \frac{\hat{U}_2 e^{-j2\omega_1 t}}{2} \left(\frac{1}{jX_d'} + \frac{1}{jX_q'} \right). \quad (7.33)$$

7.5 Az állórészáram teljes kifejezése

Végül pedig a (7.28), (7.31) és (7.33) egyenletek alapján az állórészáram vektora forgó koordinátákban :

$$\begin{aligned} \bar{i}_s = & \frac{\bar{U}_1}{2} \left(\frac{1}{jX_d} + \frac{1}{jX_q} \right) - \frac{\hat{U}_1}{2} \left(\frac{1}{jX_d} - \frac{1}{jX_q} \right) - \frac{U_p}{X_d} + \\ & + \frac{\bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t}}{2} \left(\frac{1}{jX'_d} - \frac{1}{jX'_q} \right) - \frac{\hat{U}_2 e^{-j2\omega_1 t}}{2} \left(\frac{1}{jX'_d} + \frac{1}{jX'_q} \right). \end{aligned} \quad (7.34)$$

A (7.34) összefüggés azt az eredményt adja, hogy az állórész áram forgó koordinátákban három áramerősség összegeként írható fel. Mégpedig

a) a forgó koordinátarendszerben állandó értékű áram

$$\bar{I}_1 = \frac{\bar{U}_1}{2} \left(\frac{1}{jX_d} + \frac{1}{jX_q} \right) - \frac{\hat{U}_1}{2} \left(\frac{1}{jX_d} - \frac{1}{jX_q} \right) - \frac{U_p}{X_d}. \quad (7.35)$$

Mindjárt itt megjegyezhetjük, hogy ez az áramösszetevő állórész koordinátákban alapperiódusszámmal a pozitív forgásirányban a pozitív sorrendű fluxussal szinkron forog és azzal az állandó pozitív sorrendű nyomatékot hozza létre. \bar{I}_1 áramösszetevő ellenben a negatív sorrendű fluxushoz képest kétszeres periódusszámmal forog és kétszeres periódusszámmal lüktető nyomatékot eredményez.

b) A forgó koordinátarendszerben kétszeres periódusszámmal negatív irányban forgó áram :

$$\hat{I}_2 e^{-j2\omega_1 t} = - \frac{\hat{U}_2}{2} \left(\frac{1}{jX'_d} + \frac{1}{jX'_q} \right) e^{-j2\omega_1 t}. \quad (7.36)$$

Megjegyezzük, hogy ez az áram az állórész koordinátarendszerben negatív irányban forog egyszeres szinkron sebességgel. Az $\hat{I}_2 e^{-j2\omega_1 t}$ áram ezért a negatív sorrendű fluxussal állandó veszteségi nyomatékot ad, ellenben a pozitív sorrendű mezőhöz képest kétszeres szögsebességgel forog és ezért a pozitív sorrendű fluxussal kétszeres periódusszámmal lüktető nyomatékot hoz létre.

c) A forgó koordinátarendszerben pozitív irányban kétszeres szinkron sebességgel forgó áram

$$\bar{I}_3 e^{j2\omega_1 t} = \frac{\bar{U}_2}{2} \left(\frac{1}{jX'_d} - \frac{1}{jX'_q} \right) e^{j2\omega_1 t}. \quad (7.37)$$

Megjegyezzük, hogy ez az áramösszetevő álló koordinátarendszerben pozitív irányban forog háromszoros szinkron szögsebességgel. Következésképpen az $\bar{I}_3 e^{j2\omega_1 t}$ áramösszetevő a pozitív sorrendű fluxushoz képest kétszeres viszonylagos sebességgel halad és kétszeres periódusszámmal lüktető nyomatékot hoz létre. A negatív sorrendű fluxushoz képest ennek az áramösszetevőnek sebessége négyszeres és ezért az $\bar{I}_3 e^{j2\omega_1 t}$ áram a negatív sorrendű fluxussal négyszeres periódusszámmal lüktető nyomatékot eredményez.

7.6 A nyomaték kiszámítása

Ezekután kiszámítjuk a nyomaték értékét:

$$M = \frac{3}{2} \operatorname{Im} (\hat{\psi}_s \bar{i}_s)$$

ahol $\hat{\psi}_s$ értékét a (7.4) összefüggésből helyettesítve és az előbbieket szerint

$$\bar{i}_s = \bar{I}_1 + \hat{I}_2 e^{-j2\omega_1 t} + \bar{I}_3 e^{j2\omega_1 t} \quad (7.38)$$

értéket betéve, a nyomaték

$$M = \frac{3}{2\omega_1} \operatorname{Im} [j (\hat{U}_1 - \bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t}) (\bar{I}_1 + \hat{I}_2 e^{-j2\omega_1 t} + \bar{I}_3 e^{j2\omega_1 t})]. \quad (7.39)$$

(7.39) még a következőképpen írható:

$$M = \frac{3}{2\omega_1} \operatorname{Re} [(\hat{U}_1 - \bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t}) (\bar{I}_1 + \hat{I}_2 e^{-j2\omega_1 t} + \bar{I}_3 e^{j2\omega_1 t})]. \quad (7.39')$$

A (7.39')-ből kiolvasható, hogy a nyomaték három részből áll, mégpedig

$$M_0 = \frac{3}{2\omega_1} \operatorname{Re} [\hat{U}_1 \bar{I}_1 - \hat{U}_2 \bar{I}_2], \quad (7.41)$$

$$M_2 = \frac{3}{2\omega_1} \operatorname{Re} [\hat{U}_1 \bar{I}_3 - \bar{U}_2 \bar{I}_1 + \bar{U}_1 \bar{I}_2] e^{j2\omega_1 t}, \quad (7.42)$$

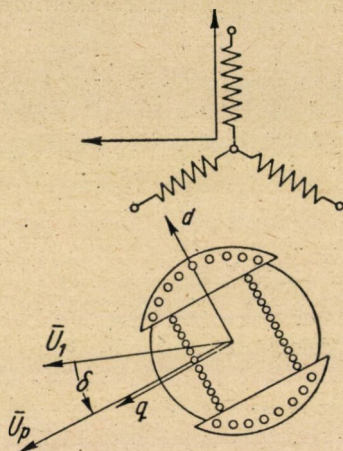
$$M_4 = \frac{3}{2\omega_1} \operatorname{Re} [-\bar{U}_2 \bar{I}_3] e^{j4\omega_1 t}, \quad (7.43)$$

A (7.42) és (7.43) egyenletek mutatják az előbbieken minőségileg megállapított tényt, hogy a nyomatékban kétszeres és négyszeres periódusszámmal lüktető nyomatékok fognak keletkezni.

Végül még kiszámítjuk a lüktető nyomatékok értékét. A kétszeres periódusszámmal lüktető nyomaték kiszámításához az \bar{I}_3 , \bar{I}_1 és \bar{I}_2 értékeit a (7.35), (7.36) és (7.37) összefüggésekből helyettesítjük a (7.42) egyenletbe.

A helyettesítéskor figyelembe vesszük, hogy az \bar{U}_p és \bar{U}_1 közötti δ szög segítségével kifejezhető \bar{U}_1 vektorértéke. Ugyanis

$$\bar{U}_1 = jU_1 e^{-j\delta} \quad (7.44)$$



17. ábra

Ezt az összefüggést a 17. ábra alapján láthatjuk be. A forgórészhez kötött koordinátarendszer valós tengelye a forgórész d iránya. U_1 valós értékű feszültség a d irányába esik.

A pólusfeszültség merőlegesen áll a d irányra és ezért az U_1 feszültséget az \bar{U}_p irányába forgatva (jU_1) és azután a δ szöggel visszaforgatva kapjuk az \bar{U}_1 feszültség-vektort. A $\pi/2$ -vel való elforgatást és a δ szöggel történt visszaforgatást fejezi ki a (7.44) egyenlet.

A helyettesítéseket elvégezve és az

$$\frac{e^{j\delta} + e^{-j\delta}}{2} = \cos \delta \quad \text{és} \quad \frac{e^{j\delta} - e^{-j\delta}}{2j} = \sin \delta$$

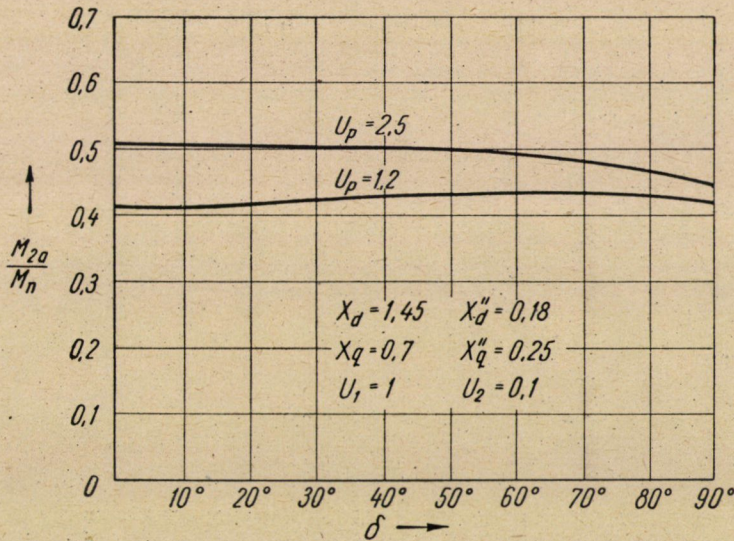
értékeket betéve a kétszeres periódusszámmal lüktető nyomaték értéke :

$$M_{2t} = \frac{3}{2\omega_1} \operatorname{Re} \left\{ \bar{U}_2 e^{j2\omega_1 t} U_1 \left[\cos \delta \left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d} \right) - j \sin \delta \left(\frac{1}{X_d} - \frac{1}{X_q} \right) + \frac{U_p}{U_1} \frac{1}{X_d} \right] \right\}. \quad (7.45)$$

A kétszeres periódusszámmal lüktető nyomaték amplitúdója (együttal áttérve az effektív értékre)

$$M_{2a} = \frac{3}{\omega_1} U_1 U_2 \left| \frac{U_p}{U_1} \frac{1}{X_d} + \cos \delta \left(\frac{1}{X_q''} - \frac{1}{X_d} \right) - j \sin \delta \left(\frac{1}{X_d} - \frac{1}{X_q} \right) \right| \quad (7.46)$$

A négyszeres periódusszámmal lüktető nyomaték kiszámításához az \bar{I}_3 áram értékét (7.37)-ből helyettesítjük (7.43)-ba.



18. ábra

Eszerint

$$M_{4a} = \frac{3}{2\omega_1} \operatorname{Re} \left[-\bar{U}_2^2 e^{j4\omega_1 t} \frac{1}{2} \left(\frac{1}{jX_d''} - \frac{1}{jX_q''} \right) \right] \quad (7.47)$$

Illetve az amplitúdó (áttérve egyúttal az effektív értékre):

$$M_{4a} = \frac{3}{\omega_1} U_2^2 \frac{X_q'' - X_d''}{2 X_d'' X_q''} \quad (7.48)$$

amely rendkívül kis érték M_{2a} -hoz képest.

A (7.46) egyenlet mutatja, hogy a kétszeres periódusszámmal lüktető nyomaték függ a terheléstől, vagyis a δ szög nagyságától. A 18. ábrán megrajzoltuk a kétszeres periódusszámmal lüktető nyomaték amplitúdójának változását a terhelési szög függvényében.

Kedves kötelességemnek teszek eleget, amikor RÁCZ István műszaki egyetemi docensnek e helyen is megköszönöm e dolgozat megírásánál nyújtott sokirányú segítségét.

Köszönetet mondok Lázár József tanársegédnek a számpéldák és diagramok gondos elkészítéséért.

IRODALOM

1. WAGNER—EVANS: Symmetrical Components (Mc Graw-Hill, 1933).
2. E. KAZOVSKIJ: Perekhodnue processzű aszinhronnűj masinah pri vkljucsenii i nabrosze nagruzki. (Vesztnyk Elektropromšlennosztyi, 1949.)
(Tranziens jelenségek aszinkron gépekben kapcsoláskor és a terhelés leesésekor.)
3. KOVÁCS: Stromvektordiagramm der Bremsschaltung von Siemens. (Archiv für Elektrotechnik, 1935. XXIX. kötet: 508. oldal.)
4. PUNGA: Das Kreisdiagramm des Einphasen-Induktionsmotors. (Elektrotechnische Zeitschrift, 1928: 603. oldal.)
5. KOVÁCS: Villamosgépek üzemtana I. Aszinkron gépek. (Tankönyvkiadó, 1952.) (Magyarul.)
6. KOVÁCS—RÁCZ: Váltakozóáramú gépek tranziens folyamatai. (Akadémiai kiadó, 1954.) (Magyarul.)
7. Concordia: Synchronous Machines. (Wiley, 1951. New-York.)
8. HAROUN MAHROUS: Der Einfluss der Harmonischen auf den Anlauf des Synchronmotors. (Dissertationsdruckerei Leemann A. G. Zürich, 1952.)
9. G. N. TER—GAZARJAN: Znakoperemennűe uszilija v hidrogeneratorah pri neszimmetričnoj nagruzke. (Elektricseszto, 1954. 4.)
(Váltakozó előjelű erők hidrogeneratorokban nem szimmetrikus terhelés esetén.)
10. TH. LAIBLE: Die Theorie der Synchronmaschine im nichtstationären Betrieb. (Springer-Verlag, 1952.)
11. JORDAN: Anwendung der Methode der symmetrischen Komponenten auf unsymmetrischen Ständerschaltungen von Drehstrom-Asynchronmaschinen. (Archiv für Elektrotechnik, 1936. XXX. kötet: 812. oldal.)

Összefoglalás

Aszinkron és szinkron gépek különböző aszimmetrikus üzemi viszonyai között vizsgáltuk a lüktető nyomatékokat, és pedig:

a) Aszimmetrikus háromfázisú rendszerre kapcsolt aszinkron motor. A kétszeres hálózati frekvenciával lüktető nyomaték amplitudója arányos a pozitív és negatív sorrendű feszültségek szorzatával és a pozitív és negatív sorrendű áramokkal szembeni admittanciák különbségével.

b) Háromfázisú aszinkron motor egyfázisú üzeme. A kétszeres hálózati frekvenciával lüktető nyomaték amplitudója arányos bármely szlipnél az üzemi áram négyzetével és a pozitív-sorrendű és negatív-sorrendű áramokkal szembeni impedanciák különbségével. Másrészt a lüktető nyomaték amplitudóját az egyfázisú üzemi motor árama és a nyitvamaradó fázis feszültsége szorzataként is meghatározhatjuk.

c) Csúszógyűrűs aszinkron motor egyfázisú forgórészrel (szakadás a forgórésztekercselés egyik fázisában). A kétszeres szlipfrekvenciával lüktető nyomaték amplitudója arányos az egyfázisú forgórészáram és a nyitvamaradó forgórész fázis feszültségének szorzatával.

d) Kiképzett pólusú szinkron-motor aszinkron motorként történő indításánál a kétszeres szlipfrekvenciával lüktető nyomaték amplitudója arányos a kapcsolófeszültség négyzetével és a szlippel változó hossz- és keresztirányú admittanciák különbségével.

e) Aszimmetrikus háromfázisú feszültségre kapcsolt kiképzett pólusú szinkron gép. A keletkező kétszeres és négyszeres hálózati frekvenciával lüktető nyomatékok közül a kétszeres periódusszámú lüktető nyomaték amplitudója függ a pozitív és negatív sorrendű feszültségek szorzatától, a pólusgerjesztéstől, a hossz- és keresztirányú szinkron és szubtranzien reaktanciáktól. Ez a nyomaték kisebb mértékben változik a szinkron gép mechanikai terhelésének változásakor. A négyszeres hálózati frekvenciával lüktető nyomaték a kétszeres frekvenciával lüktető nyomatékhöz képest elhanyagolható.

GYORSANFORGÓ LENDÍTŐKEREK LEGSÚRLÓDÁSI VESZTESÉGEI

KISS ERVIN,

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

NEHÉZIPARI MŰSZAKI EGYETEM, KOHÓGÉPTANI ÉS KÉPLÉKENY ALAKÍTÁSI TANSZÉK,
MISKOLC

[Beérkezett 1954. november 26-án]

A gyorsanforgó lendítőkerekek légsúrlódási veszteségének meghatározása a hajtás veszteségeinek megállapításánál bír jelentőséggel. Hengersori lendítőkerekeknél az üresjárat munká megatározásánál a csapsúrlódási veszteségeken és a fogaskerekek hatásfokán kívül figyelembe kell venni, a lendítőkerek légsúrlódási veszteségét is. Ez különösen gyorsanforgó kerekeknél számottevő lehet. A légsúrlódási veszteséget külön ritkán számítják. A lendítőkerek csapsúrlódási és légsúrlódási veszteségét együttesen szokták kifutási kísérlet alapján megállapítani. Számítás során csak a csapsúrlódási veszteséget határozzák meg a csapsúrlódási tényező növelt értékének helyettesítésével. Jelen tanulmány célja, hogy a vonatkozó szakirodalom alapulvételével könnyen használható összefüggéseket adjon a légsúrlódási veszteség számítására szabadon vagy burkolatban futó gyorsforgású tömör lendítőkerekekre vonatkozólag.

A gyorsan forgó tárcsák felületi súrlódási veszteségei a turbógépek üzemeiben is nagyjelentőségűek. Számos kutató foglalkozott a veszteségek matematikai megfogalmazásával. (PRANDTL, KÁRMÁN, STODOLA stb.) Számos kísérletet végeztek különféle, cseppfolyós, gőznemű és légnemű közegben forgó, különféle alakú (lapátózással, sima stb.) tárcsákkal.

A forgó tárcsa felületi súrlódási tényezőjének számítására TH. KÁRMÁN dolgozott ki elméletet [1].

A kérdés kiindulását L. PRANDTL határréteg elméletéből vezeti le. Sajnos, a Prandtl-féle elmélet viszonylag szűk területre korlátozott maradt, részben a matematikai átszámítás nehézkessége, részben a kísérleti adatokkal igazolt szűk érvényességi határok folytán.

Áramlástanai szempontból a mozdulatlan test mentén v sebességgel áramló közeg és a nyugvó közegben v sebességgel mozgó test esete azonos. A test felszínén határréteg képződik, melyben az áramlási jelenségek átmeneti jellegűek. A nyugvó közegben v sebességgel mozgó test felszínén a felületi súrlódás hatására a testet körülvevő közeg mozgásban van. Sebessége közvetlen a felszín mentén közelítőleg megegyezik a mozgó test sebességével. A felszíntől távolodva a sebesség fokozatosan csökken, míg a határrétegen kívül zérus lesz (1. ábra). A határré-

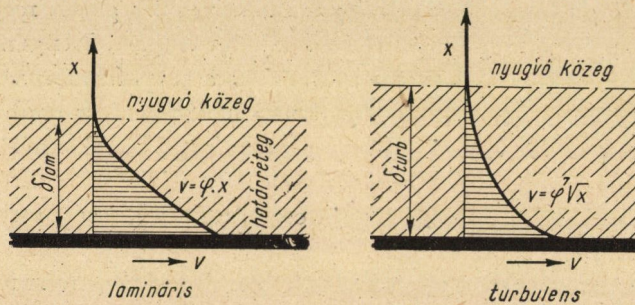
tegben lamináris áramláskor a sebességváltozás lineáris, turbulens áramláskor arányos $\sqrt[7]{x}$ -el.

Szabadon forgó tárcsánál a határreteg vastagsága :

$$\delta = 2,58 \cdot \sqrt{\frac{\nu}{\omega}},$$

ahol ν a kinematikai viszkozitás
 ω a forgó tárcsa szögsebessége.

A tárcsa közelében a levegő olyan mozgást végez, mint a ventilátorokban. A tárcsa felülete mentén a kerület felé és a tengely irányában a tárcsa felé



1. ábra. Sebességeloszlás a határretegben v sebességgel mozgó test felülete mentén lamináris és turbulens áramlás esetén

áramlik (l. 5. ábra). A radiális irányú áramlási sebesség, ha a körülvevő tér végtelen nagyságú (szabadon forgó kerék) :

$$c_{\infty} = 0,708 \cdot \sqrt{\nu \cdot \omega}.$$

Pl. Szabadon forgó tárcsánál $n = 600/\text{perc}$ fordulatszám ($\omega = 62,8/\text{sec}$) mellett, a levegőre érvényes $\nu = 0,14 \text{ cm}^2/\text{sec}$ érték helyettesítésével a határreteg vastagsága :

$$\delta = 0,122 \text{ cm}.$$

A hozzááramlási sebesség :

$$c_{\infty} = -7,6 \text{ cm/sec}.$$

Hogy a gyorsforgású lendítőkerekek légsúrlódási veszteségeinek meghatározására szolgáló képleteket megalkossuk, röviden végig kell tekintenünk a szabadon forgó tárcsára vonatkozó Kármán-féle matematikai levezetés gondolatmenetén.

Az impulzustétel alkalmazásával keressük a határreteg vastagságát és a súrlódási tényezőt, amennyiben a határretegben turbulens áramlást tételezünk fel.

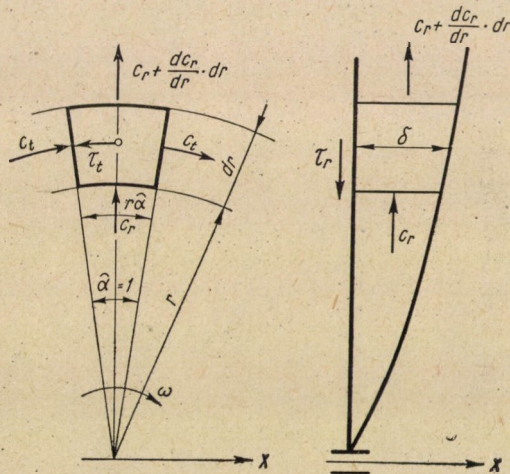
A szabadon forgó tárcsa esetében két egyensúlyi feltételt kell felállítanunk, egyet radiális, egyet érintőleges irányban. Jelöljük a tárcsa felületegységére ható sugárirányú súrlódó erőt τ_r -el, az érintő irányút τ_t -vel (2. ábra).

Sugár irányban az egységnyi szöghez tartozó ívre vonatkoztatva az $r \cdot \delta$ felületen keletkező impulzus kisebb mint az $(r + dr) \cdot \delta$ felület mentén kilépő impulzus. A többlet energiamennyiség:

$$\frac{d}{dr} \left\{ r \cdot \rho \int_0^\delta c_r^2 \cdot dx \right\} dr,$$

ahol ρ a tárcsát körülvevő közeg sűrűsége

c_r a sugárirányú áramlási sebesség.



2. ábra. A lendkerék egységnyi középponti szöghez tartozó felületelemén fellépő súrlódási erők (τ_t , τ_r) és sebességösszetevők (c_t , c_r)

A homlokfelületen belépő és kilépő impulzummennyiségek sugárirányú összetevője megegyezik a forgó közeg centrifugális erejével és értéke:

$$-\left(\rho \cdot \int_0^\delta c_t^2 \cdot dx \right) \cdot dr.$$

Ez a két impulzummennyiség egyensúlyban van a felületi súrlódó erővel:

$$\rho \frac{d}{dr} \left\{ r \cdot \int_0^\delta c_r^2 \cdot dx \right\} - \rho \cdot \int_0^\delta c_t^2 \cdot dx = -\tau_r \cdot r. \quad (1)$$

A forgatónyomaték-különbözetet az érintő irányában meghatározhatjuk a teljes $2\pi(r + dr) \cdot \delta$ nagyságú hengerfelületen kilépő és a $2\pi \cdot r \cdot \delta$ nagyságú felületen belépő impulzusok különbségével. Ezt egyenlővé tehetjük a tárcsa felületén működő súrlódó erők nyomatékával:

$$2 \cdot \pi \cdot \frac{d}{dr} \left[r^2 \cdot \int_0^\delta c_r \cdot c_t \cdot dx \right] = - \tau_t \cdot 2 \cdot \pi \cdot r^2. \quad (2)$$

A számítások a súrlódási tényező meghatározására irányulnak.

Amennyiben a határréteg vastagsága (δ) lényegesen kisebb a tárcsa sugaránál, úgy a környező közeg mozgása figyelmen kívül hagyható. Gyakorlatban ez a lehetőség megvan. Ilyen feltételezés mellett a tárcsa felületén ható súrlódó erők nyomatékát $r=0$ és $r=r$ határok között integrálhatjuk. Ugyanezen eredményre vezet az is, ha az impulzusok különbségét egyenlővé tesszük a súrlódó erők nyomatékával. Az utóbbi lehetőséget választva a levezetés végeredményeként a súrlódási nyomaték differenciálegyenlete:

$$M = 2 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \rho \cdot \int_0^\delta c_t \cdot c_r \cdot dx.$$

Az érintőleges irányú sebesség

$$c_t = r \cdot \omega \left[1 - \left(\frac{x}{\delta} \right)^{1/7} \right].$$

A sugárirányú sebesség

$$c_r = c_0 \cdot \left(\frac{x}{\delta} \right)^{1/7} \cdot \left(1 - \frac{x}{\delta} \right).$$

$$x = 0; \quad c_r = 0, \quad c_t = r \cdot \omega$$

$$x = \delta; \quad c_r = c_t = 0$$

Ha

$$c_0 = 0,162 \cdot r \cdot \omega.$$

A határréteg vastagsága fentiek figyelembevételével

$$\delta = 0,462 \cdot r \cdot \left(\frac{\nu}{r^2 \cdot \omega} \right)^{1/6}.$$

A differenciálegyenlet kifejtésének részletezése nélkül itt mindjárt felírjuk a Kármán levezette végeredményt mindkét oldalról közeggel körülvelt szabadon forgó tárcsa súrlódási veszteségére vonatkozóan, turbulens áramlás ($R_e > 4,5 \cdot 10^5$) esetében :

$$M = 0,146 \cdot \gamma \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot r^3 \cdot \left(\frac{\nu}{v \cdot r} \right)^{1/5}. \quad (3)$$

A sűrűség $\rho = \frac{\gamma}{g}$ és a Reynolds-szám $R_e = \frac{v \cdot r}{\nu}$

bevezetésével :

$$M = 0,146 \cdot \left(\frac{\rho}{2} \right) \cdot v^2 \cdot r^3 \cdot \frac{1}{\sqrt{R_e}}, \quad (4)$$

ahol : ρ = a tárcsát körülvevő közeg sűrűsége

v = a kerületi sebesség

r = a tárcsa sugara

$R_e = \frac{v \cdot r}{\nu}$ a Reynolds-féle szám

ν = a tárcsát körülvevő közeg kinematikai viszkozitása, az abszolút viszkozitás és a sűrűség hányadosa $\left(\nu = \frac{\eta}{\rho} \right)$.

A légsúrlódási tényező (4) egyenletből :

$$c_{f_{turb}} = \frac{0,146}{\sqrt{R_e}}.$$

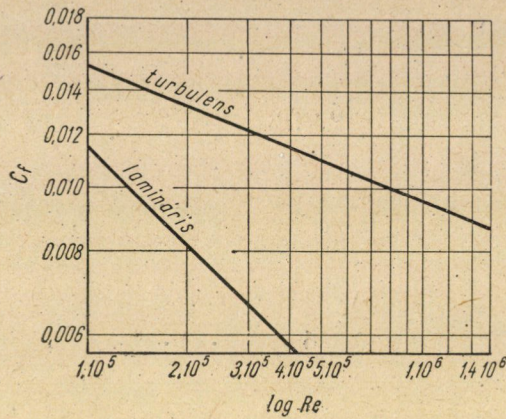
Amennyiben a határrétegben az áramlás lamináris ($R_e < 4,5 \cdot 10^5$), a levezetés hasonló gondolatmenetben történik. A légsúrlódási nyomaték :

$$M = 3,68 \cdot \left(\frac{\rho}{2} \right) v^2 \cdot r^3 \cdot \frac{1}{\sqrt{R_e}}. \quad (5)$$

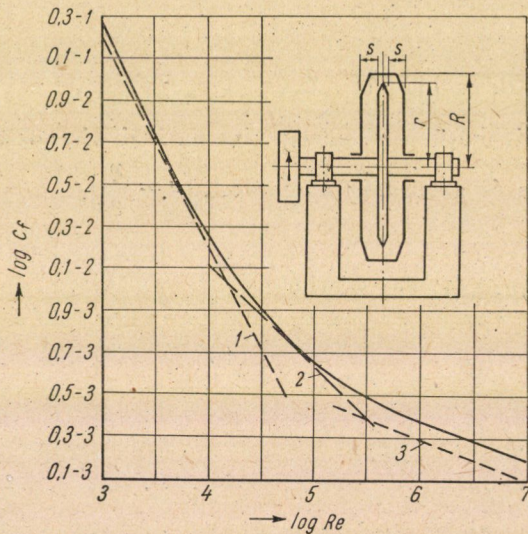
A légsúrlódási tényező (5) egyenletből

$$c_{f_{lom}} = \frac{3,68}{\sqrt{R_e}}. \quad (6)$$

A 3. ábrán feltüntetett diagramból a Reynolds-szám függvényében leolvashatjuk a légsúrlódási tényező értékét turbulens és lamináris áramlásra vonatkozóan.



3. ábra. Szabadon forgó tárcsa légsúrlódási tényezője a Reynolds-szám függvényében (Kármán)



4. ábra. Burkolatban forgó tárcsa légsúrlódási tényezőjének kísérleti görbéje és a matematikai megközelítés vonatkozó egyenesei (Schultz—Grunow)

zónán. W. SCHMIDT, ODELL és A. STODOLA kísérleti adatai jó egyezést mutatnak az elméleti adatokból megszerkesztett diagrammal.

Burkolt kerek légsúrlódási veszteségeivel F. SCHULTZ—GRUNOW kísérleti eredményekre alapozott elmélete foglalkozik. Régi tapasztalat, hogy a burkolatban futó lendítőkerék súrlódási vesztesége mintegy fele a szabadon futó keréknél észlelt veszteségnek.

A 4. ábra a kísérleti berendezés vázlatát és a kísérleti eredményeket összefoglaló görbét mutatja. A tárcsa és a burkolat átmérője közel azonosak. A burkolat viszonylag szorosan simul a tárcsához. Az $\frac{s}{r}$ hányados legnagyobb értéke 0,1 volt.

A légsúrlódási tényezőt a

$$c_f = \frac{M}{\rho \cdot r^3 \cdot v^2} \quad (7)$$

képletből számítva a 4. ábrán látható kísérleti diagram $\log c_f$ értékét adja a Reynolds-szám logaritmusának függvényében. A Schultz—Grunow féle számítások ezen kísérleti görbe matematikai megközelítésére irányultak.

Kis Reynolds-számnál a súrlódási tényező:

$$c_{f0} = \frac{\pi \cdot r}{s \cdot R_e} \quad (8)$$

Ezt az összefüggést az 1-es görbe ábrázolja, amely lamináris áramláskor ($\log R_e = 4$ -ig) jól simul a kísérleti görbéhez.

Az a feltevés tehát, hogy a hengeres ház fala szűk burkolás esetén a súrlódási tényezőre lényeges befolyással nincs, beigazolódott. A kísérleti görbe nagyobb Reynolds-számnál elhajlik. Ennek oka sugárirányú és tengelyirányú sebességösszetevők jelenléte.

A 2-es egyenes

$$c_f = \frac{1,334}{\sqrt{R_e}} \quad (9)$$

értéket jellemez és közepes Reynolds-számnál ($\log R_e = 4$ és $\log R_e = 5,5$ között) jól simul a kísérleti görbéhez.

A 3-as egyenes

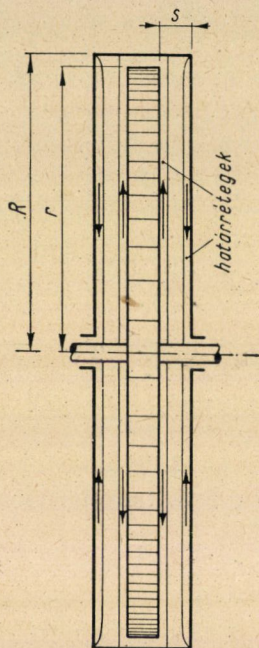
$$c_f = \frac{0,0311}{\sqrt{R_e}} \quad (10)$$

összefüggést jellemez és nagy Reynolds-számnál ($\log R_e > 5$) jól megközelíti a kísérleti görbét, bár a számított értékek kb. 17%-kal kisebbek.

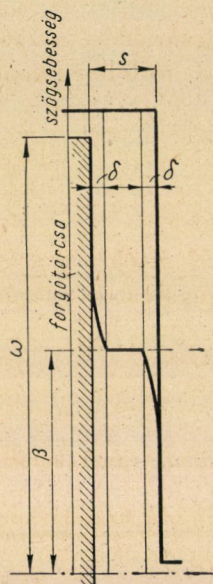
A forgó tárcsát körülvevő házba zárt levegőtömeg merev testhez hasonlóan szintén forgó mozgást végez. A forgó levegőréteg szögsebességét β -val jelölve, a tárcsa szögsebességéhez való viszonyát $\frac{\omega}{\beta}$ adják meg.

Szabadon futó tárcsánál a levegő nem forog a tárcsával együtt ($\beta = 0$). Házban forgó keréknél értéke a súrlódási tényezőtől függ. Erre befolyással van a tárcsa kivitele és a felület érdessége.

Gyakorlatilag $\frac{\omega}{\beta} = 2$ értékkel szoktunk számolni. Schultz—Grunow kísérletei $\frac{\omega}{\beta} = 1,86$ -os viszonyszámot adtak közepes, és $\frac{\omega}{\beta} = 1,954$ -es értéket nagy Reynolds-számokra.



5. ábra. A levegő áramlása a házban belül, a határrétegek elhelyezkedése



6. ábra. A forgó légréteg szögsebességének változása a házban belül

A tárcsa felületén a levegő a kerület felé, a ház fala mentén a tengely felé áramlik (5. ábra). Mind a tárcsa, mind a ház fala mentén határréteg alakul ki. A határrétegek között a levegő β szögsebességgel merev testként forog. Ebből következik, hogy a tárcsát körülvevő ház szélessége nem befolyásolja a súrlódási tényezőt mindaddig, amíg a ház hengeres felületén keletkező súrlódás nem túl nagy. A hengeres házrészben a levegő szögsebességének megfelelő kerületi sebességgel $v_{lev} = R \cdot \beta$ súrlódik. Mindaddig, míg ez a hengeres felület ($2R \cdot \pi \cdot s$) a függőleges házfal felületéhez ($2 \cdot R^2 \cdot \pi$) képest elenyésző, elhanyagolható.

$\frac{s}{R} \leq 0,1$ viszonyra a légsúrlódási veszteség nagyobb Reynolds-számnál ($Re > 5 \cdot 10^5$) független a ház szélességétől.

Fentiekből megérthetjük a burkolás értelmét. Burkolatlan keréknél a körülvevő mozdulatlan végtelen levegőtérhez viszonyítva a sebességkülönbség nagyobb, mint a házban β szögsebességgel forgó levegőréteg sebességéhez viszonyított relatív sebesség (6. ábra). A fajlagos súrlódási tényező az áramlás-tani összefüggések szerint a sebességkülönbséget négyzetével arányos.

Fentiek alapján számításainkhoz a következő képleteket használhatjuk:

A szabadon és a burkolatban futó kerék légsúrlódási nyomatéka egyaránt az alábbi képletből számítható:

$$M = c_{ls} \cdot r^3 \cdot v^2. \quad (11)$$

A légsúrlódási veszteség Le -ben a kerék szögsebességének (ω) vagy percnkénti fordulatszámának ismeretében:

$$N = \frac{M \cdot \omega}{75} = \frac{M \cdot n}{9,55 \cdot 75} \quad Le. \quad (12)$$

Ha M értékét a (11) egyenletből helyettesítjük és a kerületi sebesség értékét a sugárral és a fordulatszámmal fejezzük ki, úgy végeredményben

$$N = c_{ls} \cdot \frac{r^5 \cdot n^3}{65330} \quad Le. \quad (13)$$

Szabadon forgó keréknél:

Lamináris áramláskor, azaz ha

$$Re = \frac{v \cdot r}{\nu} < 4,5 \cdot 10^5$$

a légsúrlódási tényező:

$$c_{ls_{st}} = \frac{3,68 \cdot \rho}{2 \cdot \sqrt{Re}} = \frac{1,84 \cdot \rho}{\sqrt{Re}}.$$

Ha a 20 C°-os levegőre vonatkozó $\rho = 0,123 \text{ kg sec}^2/\text{m}^4$ értéket behelyettesítjük.

$$c_{ls_{st}} = \frac{0,226}{\sqrt{Re}}. \quad (14)$$

Turbulens áramláskor, vagyis ha

$$Re = \frac{v \cdot r}{\nu} > 4,5 \cdot 10^5$$

a légsúrlódási tényező :

$$c_{lsz} = \frac{0,009}{5 \sqrt{R_e}} \quad (15)$$

Burkolt keréknél :

Ha $R_e < 1,5 \cdot 10^4$

$$c_{lsb} = \frac{0,386}{R_e} \cdot \left(\frac{r}{s} \right), \quad (16)$$

ahol s a ház szélessége.

Ha R_e értéke $1,5 \cdot 10^4$ és $3 \cdot 10^5$ határok közé esik :

$$c_{lsb} = \frac{1,334 \cdot \varrho}{\sqrt{R_e}} = \frac{0,162}{\sqrt{R_e}} \quad (17)$$

Ha $R_e > 3 \cdot 10^5$

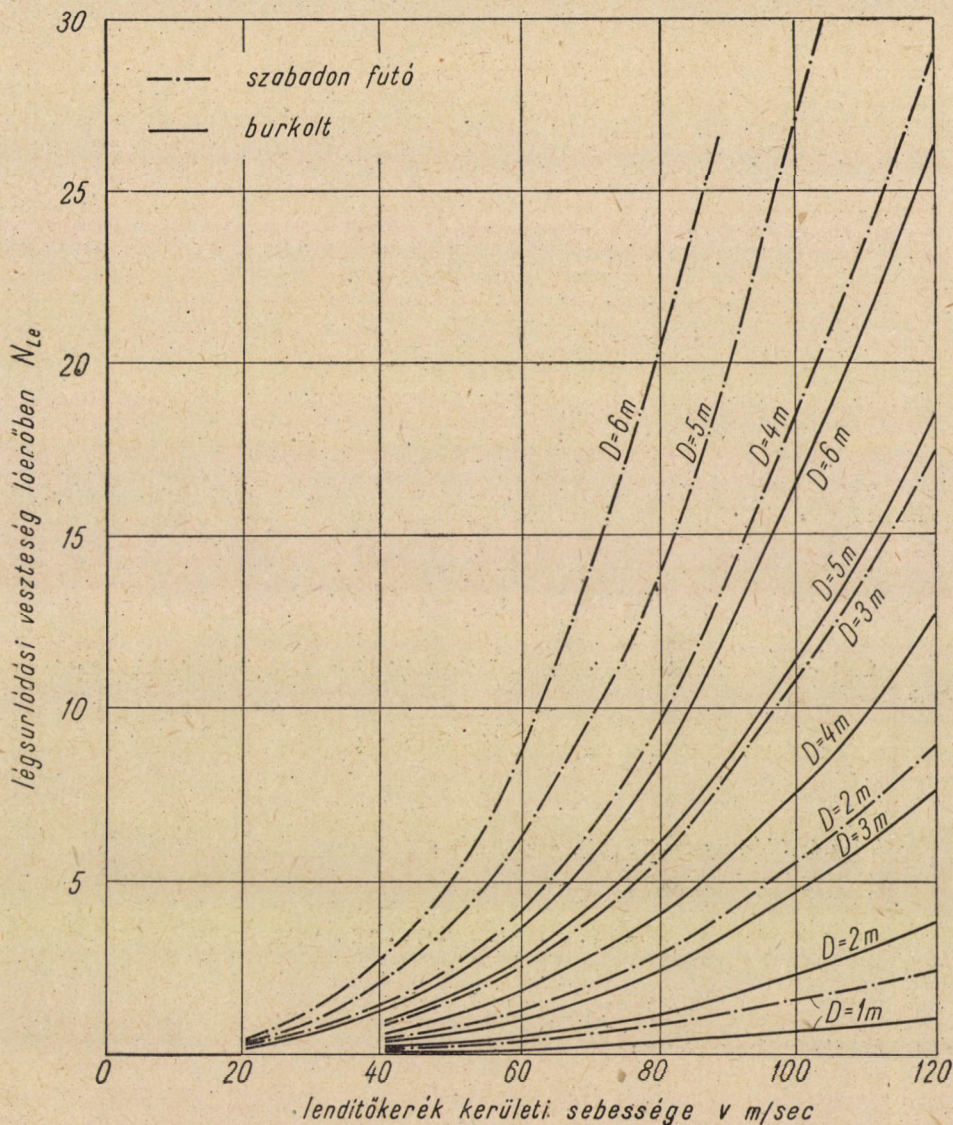
$$c_{lsb} = \frac{0,0311 \cdot \varrho}{5 \sqrt{R_e}} = \frac{0,0038}{5 \sqrt{R_e}} \quad (18)$$

A légsúrlódási teljesítményvesztés értékét szabadon futó és burkolt kerékre kiszámítva, megszerkesztettük a 7. ábrán bemutatott diagramot. Az ábrázolt kerékátmérők és a feltüntetett kerületi sebességek mellett a Reynolds-szám értéke az $R_e = \frac{v \cdot r}{\nu}$ képletből számítva $5 \cdot 10^5$ -nél nagyobb. Eszerint tehát szabadon forgó keréknél a (15), burkolt keréknél a (18) egyenlettel határoztuk meg a légsúrlódási tényezőt. A (11) egyenletből számított légsúrlódási nyomaték (M) értékét a (12) egyenletbe helyettesítve kaptuk a diagramban előforduló teljesítmény (N) értékeit.

A levegő fajsúlyának (γ), sűrűségének (ϱ) és kinematikai viszkozitásának (ν) értékei 760 mm higany o. nyomáson különböző hőfokokra vonatkozóan az I. táblázatból vehetők [3].

I. táblázat

	0°	20°	40°	60°	80°
γ (kg/m ³)	1,29	1,20	1,12	1,06	1,—
ϱ (kg sec ² /m ⁴)	0,132	0,123	0,115	0,108	0,102
$\nu \cdot 10^6$ (m ² /sec)	13,3	15,1	16,9	18,9	20,9



7. ábra. Légsúrlódási teljesítményvesztés különböző átmérőjű és kerületi sebességű kerekeknél

A 7. ábrán bemutatott diagram szemléltetően mutatja a szűk házzal való burkolással elérhető veszteségsökkenést. Burkolás esetén a légsúrlódási veszteség a szabadon forgó kerék veszteségének 42%-a.

Stodola szerint szabadon forgó tárcsás kerekre vonatkozóan a légsúrlódási veszteség:

$$N = 2 \cdot 10^{-6} D^2 \cdot v^3 \cdot \gamma,$$

ahol D a kerék átmérője (m).
 v a kerületi sebesség (m/sec)
 γ a levegő fajsúlya (kg/m³).

Stodola képlete a fenti képletekhez viszonyítva közelítőleg kétszeres értéket ad.

A számítások menetére vonatkozó példaként a diósgyőri blokkos Ilgner-hajtás burkolt lendítőkerekének légsúrlódási veszteségét határozzuk meg.

A lendítőkerék adatai:

átmérője: $D = 4,4$ m
 fordulatszáma: $n = 375$ /perc
 kerületi sebesség: $v = 86,5$ m/sec
 súlya: $G = 36$ t
 kifutási idő: $t = 65$ perc = 3900 sec.

Mindenekelőtt megállapítjuk a Reynolds-szám értékét. 20 C°-os levegőhőmérsékletre vonatkozó $\nu = 15,1 \cdot 10^{-6}$ kinematikai viszkozitás helyettesítésével

$$Re = \frac{v \cdot r}{\nu} = \frac{86,5 \cdot 2,2}{15,1 \cdot 10^{-6}} = 12,6 \cdot 10^6.$$

Mivel ezek szerint $Re > 3 \cdot 10^5$, a légsúrlódási tényezőt a (18) képletből határozzuk meg.

$$c_{ls} = \frac{0,0038}{\sqrt[5]{Re}} = 0,000144.$$

A légsúrlódási nyomaték (11). egyenletből:

$$M = c_{ls} \cdot r^3 \cdot v^2 = 0,00014 \cdot 2,2^3 \cdot 86,5^2$$

$$M = 11,5 \text{ mkg}$$

A teljesítményvesztés:

$$N = \frac{M \cdot n}{716} = \frac{11,5 \cdot 375}{716} = 6,02 \text{ Le.}$$

IRODALOM

1. TH. v. KÁRMÁN: Hauptaufsätze über laminare und turbulente Reibung (Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik. 1921. Heft 4. 233–252).
2. F. SCHULTZ—GRUNOW: Der Reibungswiderstand rotierender Scheiben in Gehäusen. (Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik 1935. Heft 4. 191–204.)
3. Hütte des Ingenieurs Taschenbuch I. 27. Aufl. 1949. 459. old.
4. Hütte des Ingenieurs Taschenbuch II. 27. Aufl. 1951. 138. old.

A PENTATÜKÖR MINT OPTIKAI MIKROMÉTER*

BÁRÁNY NÁNDOR,

A MAGY. TUD. AKADÉMIA LEV. TAGJA

OPTIKAI ÉS FINOMMECHANIKAI KÖZPONTI KUTATÓ LABORATÓRIUM, BUDAPEST

[Beérkezett 1955. május 10-én]

A pentatükör mint optikai mikrométer két különböző műszerelemből áll és pedig a pentatükörből és a mikrométerből. Bevezetésül először általánoságban a mikrométerekkel, utána röviden a pentatükörrel, végül a *pentatükörös mikrométerrel* (röviden pentamikrométerrel) foglalkozunk. A pentamikrométer tárgyalása szervesen összefügg a szerkezetet alkotó elemekkel, ezért célszerűnek tartottam a mikrométerek főbb típusait, továbbá a pentatükörök általános elméletét összefoglalóan ismertetni.

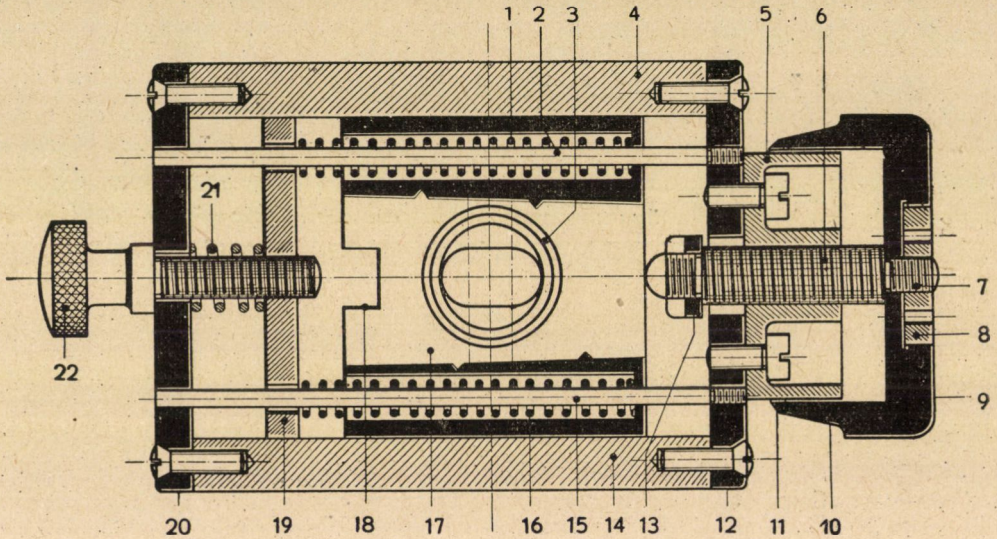
1. A mikrométerek

Kis szögek vagy hosszak méréséhez szerkesztett különleges szerkesztésű műszereket összefoglalóan mikrométereknek nevezzük. Lehetnek mechanikai, optikai vagy mindkét alapelven működők. Az irodalmi feljegyzések szerint az egyszerű csillagászati távcső látómezejében, illetve a tárgylencse gyújtósíkjában elhelyezett üveglapba karcolt mikrométert MONTANARI 1674-ben szerkesztette. A beosztás legkisebb része a gyújtótávolsággal olyan viszonyban volt, hogy a tárgytérben bizonyos szögértékeket jelentett. Kivitele az idők folyamán az eredeti elv megtartásával lényegesen megváltozott, de kisebb pontosságú mérésekhez ma is használják. A beosztás helyett annak képét a látómezőbe vetíthetjük. Ezen az elven alapul többek között az *autokollimációs* szög mérés. A legegyszerűbb megoldással a közismert tábori prizmás távcsöveknél találkozunk.

A mikrométerek fejlődésének történetében mérföldkövet jelentett 1640-ben MONTANARITÓL függetlenül, sőt előtte szerkesztett GASCOIGNE-féle *mozgószálas mikrométer*. Lényege: egy távcső képsíkjában pontosan vágott menetes orsóval eltolható anyára vagy szánkóra erősített mérőszál. Az orsó egy fordulatának tört részeit az orsó egyik végére erősített beosztott dobon olvassuk le. A tört részek leolvasása itt is becsléssel történik.

* Akadémiai székfoglaló előadás, 1954. ápr. 12-én.

A mozgószás mikrométerek pontossága — nem tekintve az egész berendezés kivitelét — az orsó menetemelkedési pontosságának a függvénye, ezért a menet vágását megfelelő egyéni pontosságú szerszámgépen nagy gondnal és körültekintéssel végezzük. Az orsónál megkülönböztetünk *folyamatos* és *periodikus* járási menet-hibát. Az állandó eltérést, illetve ezt a hibát egyszerűen számításba vehetjük, míg a periodikus hiba kiküszöbölésére a mérést a menetemelkedésnek különböző, még pedig egyenletesen elosztott szakaszain végezzük. A hiba megállapításához mikrométer ellenőrző készülékeket is gyártanak,



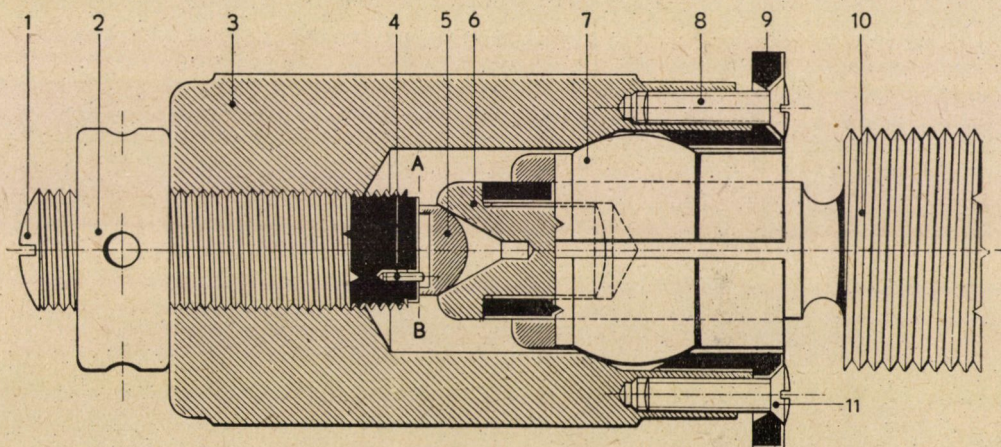
1. ábra. Fuess-féle korszerű mozgószás mikrométer

amelyekkel a vizsgálandó orsót a készülékhez nagy pontossággal gyártott és anyakönyvi lappal ellátott ún. alaporsóval hasonlítjuk össze.

A szabatos spektrométerek körének leolvasásához szerkesztett mozgószás mikroszkópok egyik korszerű kivitelét a FUESS gyártól az 1. ábrán látjuk. A 9 beosztott dobbal forgatható 6 orsó félgömbalakú végével eltolja a 3 foglatba erősített szállemezzel ellátott 17 szánkót. A szánkó vezetése nem fecskefark-alakú pályával, hanem 2 és 15 párhuzamos rudakkal történik. Az 1 és a 16 ellenrugók a szállemez hosszú furataiban fekszenek, másik végük pedig a 22 csavarral állítható 19 lemeznek támaszkodnak. Mivel az 1 és a 16 rugók összefeszítő ereje a 21 rugó feszítőerejénél valamivel nagyobb, ennek következtében a szánkó eltolódásánál az 1 és a 16 rugók a 21 rugót legyőzve maguk előtt tolják a 19 lemezt. A 22 csavar állításával a 21 rugó feszítőerejét az 1 és a 16 rugókkal úgy szabályozhatjuk össze, hogy a szánkónak két végállása között az 1 és a 16 rugók a 6 orsóra állandó ellenállást fejtsenek ki. Ezzel elérjük, hogy a 9

mikrométerdob bármilyen állásánál a rugók nyomása egyenletes és állandó.

A berendezés ezenkívül a mikrométerorsót óvatatlan túlfeszítéstől is megóvjá. Amikor a számkó a jobboldali határhelyzetbe jut, homloklalával a 19 lemeznek támaszkodva azt a 21 rugó ellenében eltolja, ezért a berendezés tulajdonképpen az orsó túlfeszítését megakadályozza. Kicsavarás ellen a 6 orsót a végére felcsavart 13 anya határolja. Az egészszámú leolvasást a 14 mikrométerház elülső 12 fedőlapjára felcsavarozott, a 16 orsó 5 csapágójának külső palástjába vésett beosztásán végezzük. A leolvasó jelet (indexet) a 9 dob élesen megmunkált 11 kerülete képviseli. A törtrészeket a 10 kúpos palástba vésett beosztással az



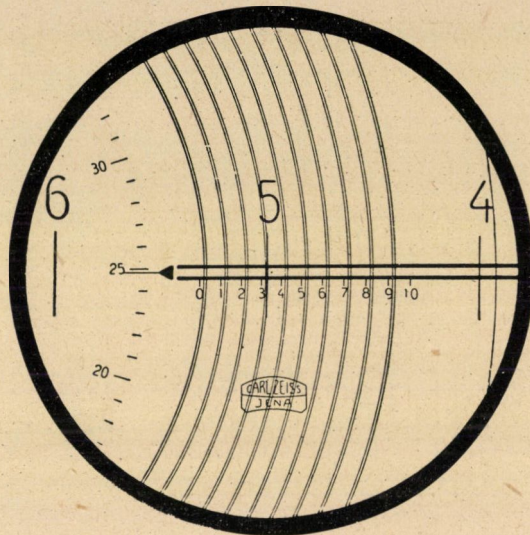
2. ábra. Gaertner C.-S. féle korszerű orsóágyazás

5 csapágó külső felületébe mart alkotóirányú jelnél olvassuk le. A 9 dobot a 8 süllyesztett lapos anya erősíti a 7 menetes csappal a 6 orsóhoz. A 17 számkó vezetéséről a 14 és a 4 házfalak belső felületei gondoskodnak, amelyeknek párhuzamosságát a 12 és a 20 pontosan illesztett fedőlemezek biztosítják.

A számkó vezetésének helyes megoldása, hasonlóan a spektrométereknél alkalmazott réspofák szabatos és párhuzamos vezetéséhez, kényes szerkesztői feladat.

A számkó pontos vezetése nemcsak a menet jóságától, hanem az orsó ágyazásától is függ. Az orsótól megköveteljük, hogy ütés, kotyogás, oldal és hossz feszülés nélkül egyenletes ellenállással továbbítsa a számkót. A hőmérsékletváltozás is lényeges, ezért a szerkezeti elemek anyagának összehangolása sem könnyű feladat. Korszerű mikrométerágyazást látunk a GAERTNER S. C. gyártól a 2. ábrán. Az 1 csavart a 2 ellenanya beszabályozása után szilárdan rögzíti a 3 hengeres tetben. A csavar belső pontosan csiszolt A-B felülete merőleges az orsó tengelyére. Ezen szabadon fekszik az 5 félgömb-betét, amely sugárirányban eltolódhatik. Mozgását az 5 betét vájába nyúló, az 1 csavarba sülly-

lyesztett 4 csap határolja. A 10 mikrométerorsó végébe túlmérettel besajtott 6 hüvely kúpos furatával az 5 betétnek támaszkodik. A mikrométerorsó a végig felhasított szferikus kiképzésű 7 hüvelybe van ágyazva, amelyet a 8 és 11 csavarral leszorított, szintén szferikus kiképzésű 9 hüvely rögzít a 3 testben. A mikrométerorsó sugárirányú vagy billenő játékát az 5 betét és a 7 szferikus kiképzésű csapágó összműködése kiküszöböli.



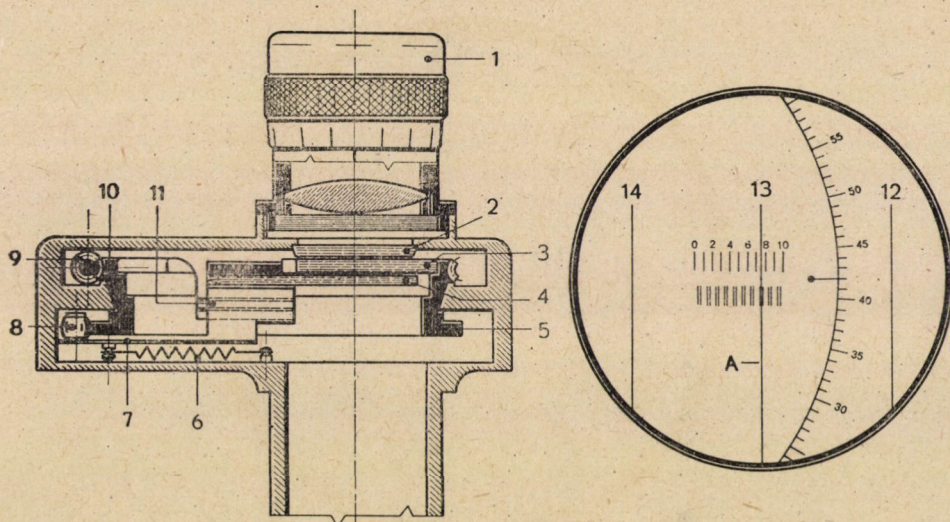
3. ábra. Bauersfeld-rendszerű spirálmikrométer

A mozgószálas mikrométerek legkiforrottabb alakja a BAUERSFELD-féle spirálmikrométer (3. ábra). Nagy előnye, hogy a vezérléshez bonyolult mechanikai elemek nem szükségesek. Az Archimedes-i spirális elforgatási szöge tudvalevőleg arányos a görbe megfelelő pontjának a spirális kezdőpontjától való távolságával, tehát a látómezőben a spirális forgása közben látszólag arányosan halad az egyenközű beosztáson keresztül. Az ábrán a leolvasás értéke $5,3248 \text{ mm}$.

Egy másik megoldásnál a spirálist szívgörbe helyettesíti (4. ábra). Kívülről a 9 orsóval (nem mérőorsó!) meghajtott 10 koszorú (csavarhajtás) magával viszi a körbeosztással ellátott 3 üveggörbét. Ugyanakkor a koszorúval egy darabot alkotó 5 szívtárcsa a 8 görgővel a 6 rugó ellenében a 7 rudat eltolja, amely a hozzáerősített 11 szánkóba foglalt kettős vonalbeosztású 4 üveglemezt a tízes beosztású 2 lemezhez képest eltolja. A köríven előforduló 3 lemezen végezzük a finomleolvasást. Leolvasáshoz a koszorút addig forgatjuk, míg a főbeosztás vonalának 4 képe a kettős beosztás egyikét az ábra szerint felezi. A leolvasás értéke példánkban : 13,742.

A mikrométerorsóknak egymástól lényegesen különböző számos megoldása van. Az érdeklődők részére megfelelő szakirodalomra utalunk.*

A mikrométeres mérés történhet a mozgószálnak vagy jelnek egy álló szállhoz, vagy a mozgószálnak a képhez viszonyított eltolásával, de ismerünk száll nélküli mérést is pl. két képnek az egyeztetésével. A képek lehetnek kiegészítő, vagy fordított állásúak. Az első esetben *koincidienciás*, a másodikban pedig *koincidienciás invert* egyeztetésről beszélünk.



4. ábra. Szívtárcsával vezérelt mikrométer

2. A forgó ékpár

(Kompenzátor)

Az eddig ismertetett mikrométereknél a mérőszálat mechanikai berendezéssel töltük el. Azonban a mérés történhet a sugárzó energia irányának, tehát optikai úton történő eltolásával is. Az ilyen berendezéseket optikai mikrométereknek (kompenzátoroknak) nevezzük. Ehhez az optikai elemek számos kapcsolót alkalmazhatjuk. A legrégebb közöttük az *Abat*-tól származó, 1777-ben szerkesztett lencsés mikrométer (5. ábra). Két azonos törésmutatójú, egyenlő R görbületi sugarú síkdomború és síkhororú lencséből áll. A síkdomború lencsét az O görbületi középpontja körül α szöggel elforgatva E_1 tengelypontja az E_2

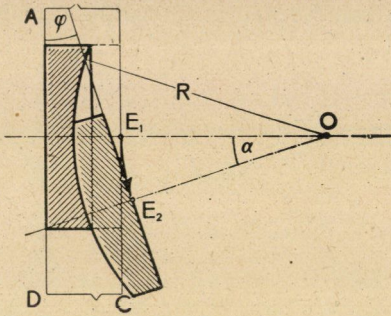
* H. BECKER: Feinmessokulare. Mikrotechnik, 1951. márc.—ápr. és máj.—jún.-i füzet (francia és német nyelven).

BERNDT: Technische Längenmessungen. Berlin, 1929.

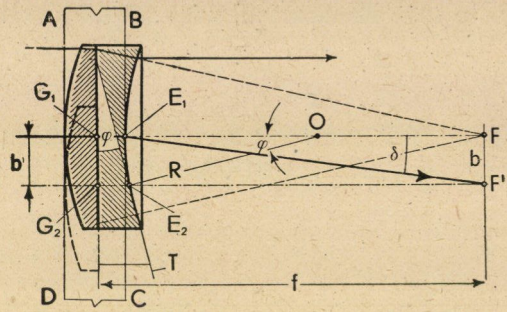
H. SCHULTZ: Sehen und Messen. Ztschft. d. D. Ges. f. Mech. u. Op. 1920.

HODAM: Optische Grundsätze in der industriellen Messtechnik. Feinm. u. Preaz. 197, 1942.

helyre tolódik el, így a síkfelületekkel bezárt φ ékszög megváltozik, ezért a rendszert változtatható ékszögű prizmának tekinthetjük. Egyszerűbb a 6. ábrán látható megoldás, amelynél a síkdomború lencsét a homorú lencse sík felületén eltoljuk. A síkdomború lencse egyedül a tengellyel párhuzamosan belépő nyalá-

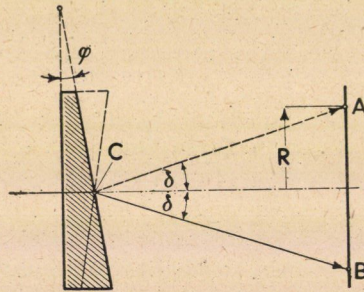


5. ábra. Abat-rendszerű billenő lencsés mikrométer. Alapállásban a lencsék síkfelületei egy ABCD síkpárhuzamos lemezt alkotnak



6. ábra. Abat-rendszerű eltolható lencsémikrométer. Alapállásban az E_1 és a G_1 tengelypontokban a görbületi sugarakhoz húzott AD és BC érintők párhuzamosak

bot az F gyújtópontban egyesíti. Az azonos gyújtótávolságú negatív lencse beiktatásával a kilépő nyaláb párhuzamosan a tengellyel hagyja el a rendszert,

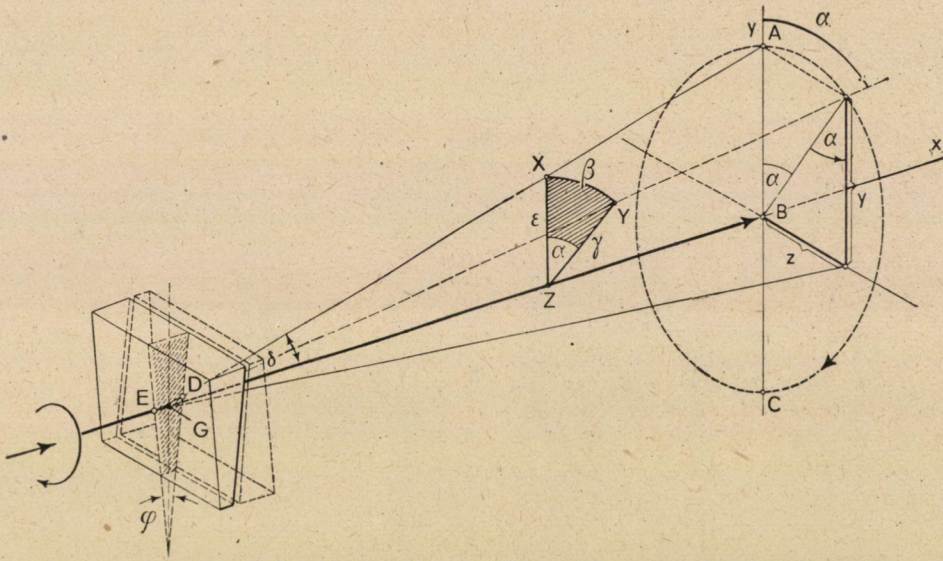


7. ábra. Optikai tengely körül forgatott ék hatása

ami elvileg egyszerűsítve egy hollandi (színházi) távcső sugármenetére emlékeztet. A pozitív lencse kismértékű b eltolásánál G_1 tengelypontja az optikai tengellyel együtt a G_2 helyre tolódik el és az E_2 pontnál megtört kilépő sugár az F_1 gyújtóponton megy keresztül. A párhuzamosan belépő nyaláb kilépésnél párhuzamosan halad az $E_1 F_1$ egyenessel. Az O középpontú R görbületi sugar E_2 pontján átfektetett T érintő és a lencsék közös síkfelületével az eltolás mértékének megfelelő φ prizma ékszöget alkot. A pozitív tag eltolása közben az ékszög folyamatosan megváltozik. Az ábrán vázolt eltolásnál a kilépő sugár δ szöggel tér el az eredeti iránytól.

Az általános elterjedtségnek örvendő, szintén a változtatható törőszögű prizmák csoportjába tartozik a BOSCOVICH által 1777-ben szerkesztett forgó-ékpár is.*

Az egyszerű ék tengelyen körüli forgatásánál a beeső sugár megtörik (7. kép) és iránya a tengelyre merőleges AB síkon R sugarú alapkörű és C csúcspontú kúpfelületet ír le. Ha a legnagyobb eltérést (8. ábra) az X és Y síkban vesszük fel,



8. ábra. Ék forgatásánál fellépő jelenségek és összefüggések

akkor az α szöggel elforgatott ék eltérést két összetevőre bonthatjuk fel. Az XYZ háromszögből.

$$\sin \varepsilon = \sin \gamma \cdot \sin \alpha$$

kis ε és γ szögeknél

$$\varepsilon = \gamma \cdot \sin \alpha \quad (4)$$

továbbá

$$\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \gamma \cdot \cos \alpha$$

kis β és γ szögeknél

$$\beta = \gamma \cdot \cos \alpha. \quad (5)$$

* Nevezik HERSCHEL—ROCHON prizmának is, de az irodalmi kutatások szerint eredeti feltalálója *Boscovich* volt.

R. G. BOSCOVICH: Account of a new micrometer and megameter. Philosophical Transactions, 1777.

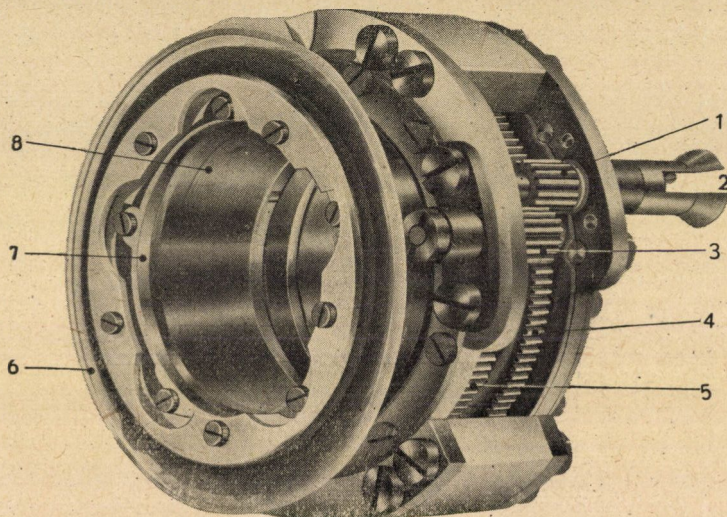
J. F. W. HERSCHEL: Vom Licht. Angolból németre fordította J. C. E. Schmidt. J. G. Cotta, Stuttgart és Tübingen, 1831.

A. ROCHON: Mémoire sur le micromètre de cristal de roche, pour la mesure des distances et des grandeurs. Avec une instruction de F. Torelli de Narci, sur la manière de se servir de la lunette contenant un micromètre fait avec des prismes de cristal de roche. Paris, Beraud, 62, 1807.

Állítsunk most két egyenlő törésmutatójú és egyenlő ékszögű éket egymás mögé (8. kép). Forgassuk az ékeket egyenlő szögsebességgel egymással szembe, akkor az eltérítés

$$\text{az } xz \text{ síkban : } \delta \cdot \sin \alpha + \delta \cdot \sin [-\alpha] = 0$$

$$\text{az } yx \text{ síkban : } \delta \cdot \cos \alpha + \delta \cdot \cos [-\alpha] = 2\delta \cdot \cos \alpha \quad (6)$$

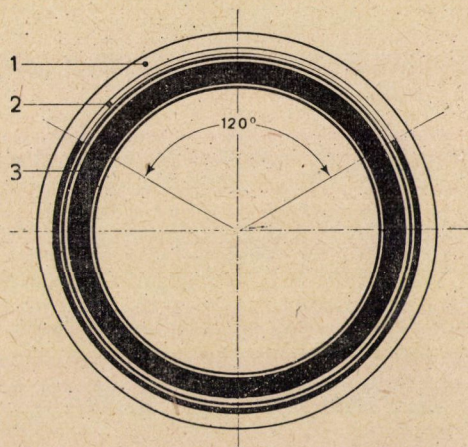


9. ábra. Forgó ékpár kisalapú távolságmérőkhöz mikrofényképezett távolságbeosztással

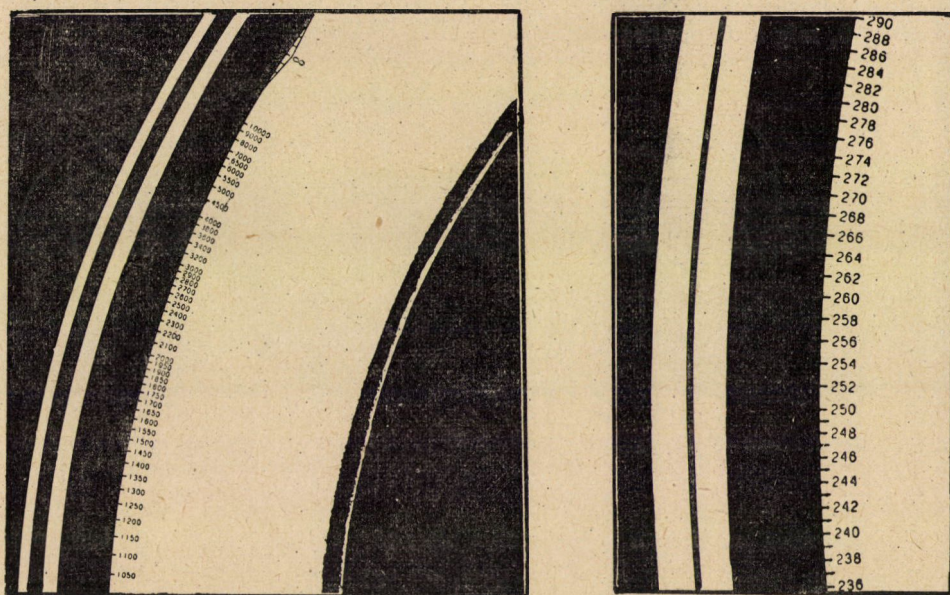
Az eltérítés az xy síkban maximum $[2\delta]$, ha $\alpha = 0$, és nulla $[2\delta \cdot \cos \alpha = 0]$, ha $\alpha = 90^\circ$. A z vízszintes összetevő a forgási szög előjelétől független. Ha az ékeket a legnagyobb eltérítés állásának megfelelő helyzetéből α szöggel elforgatjuk, akkor az eltérítés nagysága $2\alpha \cdot \cos \varphi$ és abban a síkban történik, amelyben a legnagyobb eltérítés történt. Ha a törőszögek nem egyenlők, akkor az eltérített irányvonal elliptikus kúpot ír le. Ez a jelenség akkor is mutatkozik, ha a be- és a kilépő szögek a két éknél nem közel egyenlők. Mivel a tárgylencse mögött felállított ékpár egymástól mért távolsága arányos az ékpárnak a tárgylencse gyújtósíkjától számított távolságával, ezért forgatásnál egyenlőtlen képeltolódás keletkezik.

A különböző típusú forgó ékpárok vagy más néven optikai kompenzátorok mechanikai szerkezetének elve általában hasonló, csak a meghajtás és az alkalmazás tekintetében különböznek egymástól. Kisalapú távolságmérőkhöz csak belső leolvasáshoz szerkesztett kompenzátort mutat a 9. ábra. A kardáncsuklóval hajtott 2 tengelyre ékelt 1 fogaskerék közvetlenül a 4 fogaskereket, míg a közbeiktatott 3 kis fogaskerékkel az 5 fogaskereket egymással szemben, de azonos sebességgel forgatja. Az 5 fogaskerékkel hajtott 7 foglalatba ágyazott 8 ékkel együtt

forog a 6 üvegyűrűre fényképezett mikrotávolságbeosztás, amelyet optikai elemekkel a távolságmérő látómezőjébe vetítenek.



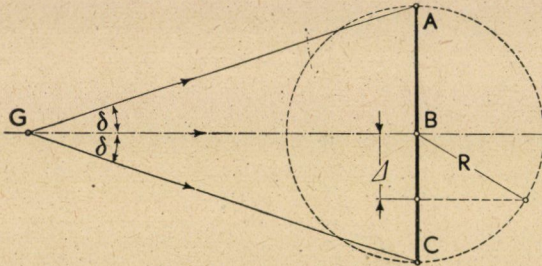
10. ábra. Fényképezett távolságbeosztást hordozó üvegyűrű



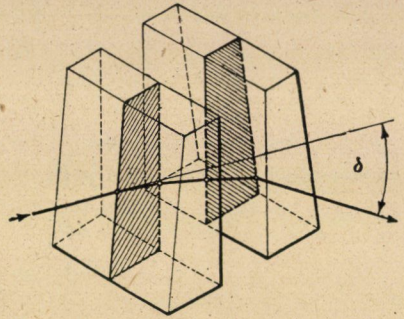
11. ábra. Mikrofényképezett távolságbeosztás egyik részletének felnagyított képe

Egy 80 cm alapvonalú invert-koincenciás katonai távolságmérőből kiserelt fényképezett távolságbeosztással ellátott és természetes nagyságban ábrázolt üvegyűrűnél (10. ábra) az 1 üvegyűrűre felvitt 3 fényérzékeny réteg külső szélén fekszik a 120°-ra terjedő 2 távolságbeosztás, amelynek nagyított egyik részét a 11. ábra mutatja.

A forgó ékpárral eltérített sugárzó energia az optikai tengelyhez viszonyítva két maximumot mutat (12. ábra). Az ékpár folytonos és egyenletes forgatásánál a képpont az ernyőn az A és a C határok között mozog. A képpont

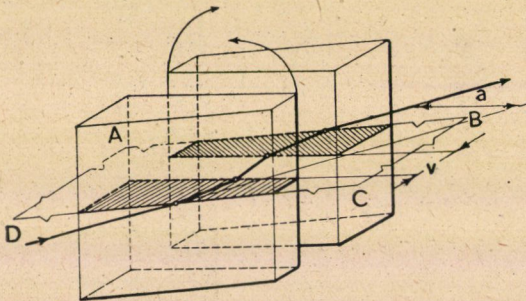


12. ábra. Forgó ékpárral eltérített sugár irányváltozása

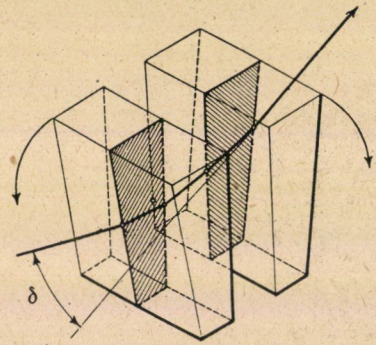


13. ábra. Ékpár, legnagyobb pozitív eltérítést okozó állásban

sebességének vizsgálata azt mutatja, hogy a jelenség a harmonikus rezgőmozgásra emlékeztet, mert a pont mozgását körpályán egyenletes sebességgel haladó pont vízszintes vetületének tekinthetjük, ezért az A és a C pontban a sebesség 0, míg a B pontban a legnagyobb.



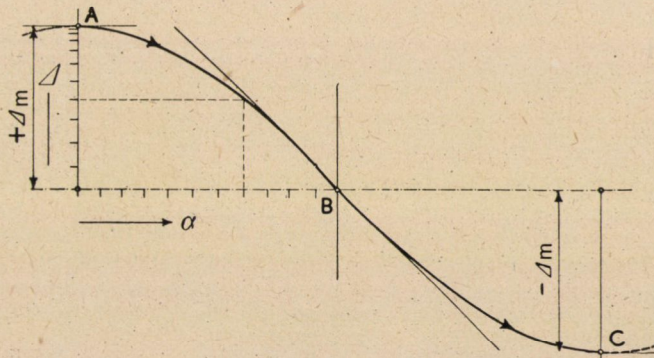
14. ábra. Ékpár állása legkisebb eltérítésnél



15. ábra. Ékpár, legnagyobb negatív eltérítést okozó állásban

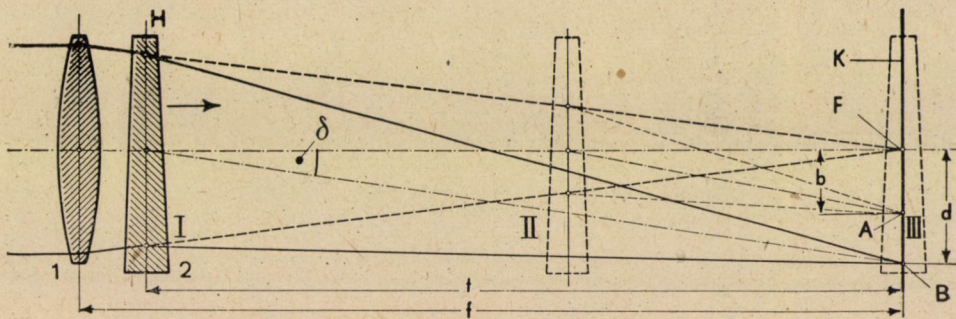
A 13. ábra szerint a legnagyobb eltérítést okozó ékállásból kiindulva forgassuk az ékeket egyenlő sebességgel, de egymással szembe. A 14. ábrán vázolt állásban, a keskeny v légrés hatását nem tekintve, az ékek külső lapjai $ABCD$ síkpárhuzamos lemezt alkotnak, ezért a sugárzás az optikai tengellyel összeesve halad a rendszeren keresztül. Ez az állás a 12. ábrán a B pontnak felel meg. Az ékpárat tovább forgatva a 15. ábrán vázolt helyzetben a legnagyobb eltérítés a 13. ábráéval azonos, csak értelme ellenkező. Az alapállásból kiindulva az utolsó állásig az ékeket egyenként 180° -kal forgattuk el. Az egyen-

letes elforgatási szögek függvényében az eltérítés görbéjét a 16. ábrán látjuk. A maximum és minimum közé eső görbeszakasz kihasználása a műszer, tehát a távolságmérő alkalmazásától függ aszerint, hogy aránylag rövid (pl. geodéziai) vagy nagy távolságok méréséhez használjuk (pl. katonai távolságmérőkhöz).



16. ábra. Ékpárral okozott sugáreltérítés az elforgatási szög függvényében

A teljes görbét hasznosítani egyik esetben sem tudjuk. Az A és a C pont körül az egyeneses elforgatáshoz egész kis rövid szakaszon az eltérített pont Δm kitérése gyakorlatilag arányos, de a szélső értékek felé haladva az eltérítés roha-



17. ábra. Maskelyne-féle tolóék

mosan csökken és a szélső értékek közelében a beosztás leolvasása nagy nehézségekbe ütközik a rendkívül sűrűsödő beosztások miatt. Ez azt jelenti, hogy a maximumok közelében azonos α elforgatási szögeknél az eltérítés rendkívül kicsi.

A MASKELYNE-féle tolóéket viszont a tárgylense mögött, tehát a lense és a képsík között a nyíl irányában eltolhatóan állítjuk fel (17. ábra). Az I tárgylense a párhuzamosan belépő nyalábot ék hiányában a K képsík F gyújtópontjában egyesítené. A tárgylense mögé állított 2 éket kis szögek esetében

főmetszetére merőleges H síkkal helyettesítve az I állásban a nyalábot δ eltéréssel az F pontból a B pontba tolja el. A d pontvándorlás az éknek a K képsíktól számított t távolságának a függvénye, tehát kis szögeknél, illetve eltéréstnél

$$d = BF = \delta t. \quad (7)$$

Minél közelebb áll az ék a lencséhez, az eltérés, vele egyértelműleg a képtolás annál nagyobb és zérus, ha az ék H síkja a III állásban a képsíkkal összeesik. Egy példaképpen kiragadott II állásban a képtolás $b = AF$.

A toléék előnye, hogy hosszú gyújtótávolságú lencsénél a t távolságot jól kihasználhatjuk. Az ékkel együtt eltolódó távolságbeosztású lécs holtmenetes leolvasást biztosít és általános elrendezésével külső és belső leolvasásra egyaránt alkalmas. További előnye, hogy a forgóékpárral szemben technikai kivitelezése jóval egyszerűbb.

Összefoglalóan felsoroljuk — különösen ami a képalkotást illeti — az ékpár optikai hátrányait.

1. Bármilyen kicsi is legyen a φ törőszög, az ékek a rajtuk átmenő szintelen sugárzást színekre felbontják, ami ugyan kis törőszögeknél alig észrevehető, annál inkább nagy törőszögeknél képalkotási eltérést okoz. Kiküszöböléséhez az ékeket egyenként különböző törésmutatójú üvegekből állítjuk össze, tehát szintelenítjük (achromatizáljuk). Elvileg két különböző törésmutatójú üveggel a színeknek csak két hullámhosszát egyesíthetjük, ezért a képalkotás szempontjából esetenként a mérési pontosságot csökkentő ún. másodlagos színekpek maradnak vissza.

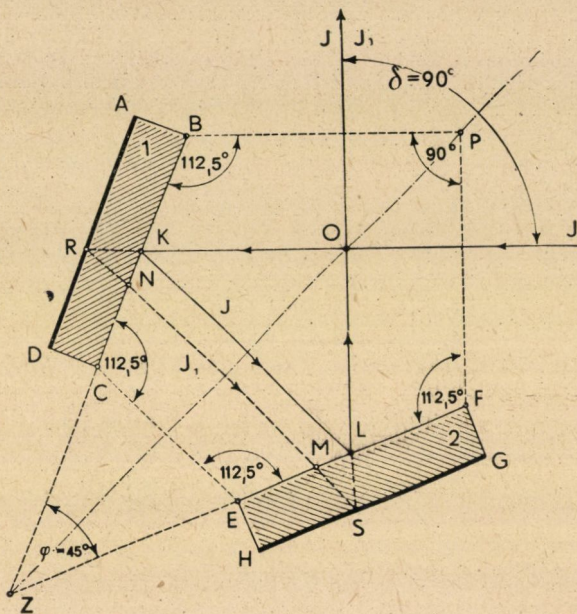
Az achromatikus ék előállítása nem egyszerű. A tagok törőszögének pontosan egyirányban kell feküdnie, ezért csak ilyen helyzetben ragaszthatók össze, amihez megfelelő ragasztókollimátor szükséges, hogy vele a tagok egymáshoz viszonyított és előírt helyzetét pontosan beállíthassuk. Bármilyen gondnal és szakértelemmel végezzük is a ragasztást, nehezen hozzáférhető helyre beszerelt ilyen ék-állandósága nem teljesen megnyugtató. A kanadabalzsam, vagy más szintetikus ragasztóanyag ellenőrizhetetlen változásoknak van kitéve.*

Az ékek összeragasztása helyett felmerült tapadással való egyesítés gondolata is. Két optikailag tökéletes sík felületű optikai elemnek egymásra helyezésekor a levegőréteget kiszorítjuk. A külső légnyomás a felületeket tapadással egymásra nyomja, így ezen az alapon az ékek ragasztás nélkül egyesíthetők. A tapadásos egyesítéssel számos helyen kísérleteztek, azonban mindig kísérlet a hőmérséklet változása következtében a tagoknak egymástól való elválása. A beszáradt ragasztóanyag még rugalmasnak mondható, ezért a ragasztást a tapadásos egyesítéssel szemben célszerűbbnek nevezhetjük. A hőmérsékletváltozáskor mutatkozó esetleges szétválás veszélye még akkor is bekövetkezhetik, ha a tapadással egyesített ékek kerületét szigetelőréteggel borítjuk.

2. Párhuzamos nyalábba állított síkpárhuzamos lemez a merőlegesen belépő nyalábot törés, tehát irányváltoztatás nélkül bocsájtja át. Ferdén beeső nyaláb párhuzamos eltolódást szenved és asztigmatikus képalkotási eltérést okoz. A szagittális és a meridionális kép az optikai tengelyen egymástól különböző távolságban fekszik. A két kép között mérhető mélységi eltérést *asztigmatikus differenciának* nevezzük, ami a síkpárhuzamos üveglapnál független a tárgyátvolságtól, de függvénye a lemez vastagságának, mégpedig a vastagsággal növekedik. Ilyen jelleggel az ékeknél fokozottabb mértékben van dolgunk. Az asztigmatikus távolság itt már függvénye a tárgyátvolságnak, mégpedig annál nagyobb, minél kisebb a tárgyátvolság és minél nagyobb a törőszög. Az ékekben megtett sugárút is az asztigmatizmus egyik tényezője és az ék vastagságával növekedik. Értéke az ékpár forgatásakor változó, mert a forgó ékpár változtatható törőszögű prizma, tehát forgatáskor az asztigmatizmus is a prizma megtett sugárúttal változik.

* Ezzel magyarázható többek között, hogy a kisebb átmérőjű lencsákat is esetenként léggözzel készítik, bár zavaró tükrözésekkel kell számolnunk, amit azonban visszaverődést csökkentő réteggel nagyrészt kiküszöbölhetünk.

Hátsóbevonatú (fonsorozott) síkpárhuzamos tükröknél (19. ábra) a beeső sugárzás részben visszaverődéssel, részben töréssel lép ki a tükrrendszerből. A J irányból a rendszerbe lépő sugárzás egy része az I tükör K pontjában a BC szabad üveglapról részben visszaverődik, majd az üveglapba lépve megtörik, eljut az AD fonsorozott felülethez, annak R pontjában visszaverődik, végül az N pontnál töréssel lép ki. Hasonló jelenséget tapasztalhatunk a 2 tükörnél is. Az N pontnál visszavert sugárzás energiája az R pontnál visszavert sugárzás energiájánál jóval kisebb. A sugárzás egy része tehát az elülső BC és EF szabad tükrüfelületről, a másik része pedig a fonsorozott AD és HG felületről verődik vissza, ezért az ábra szerint két egy-

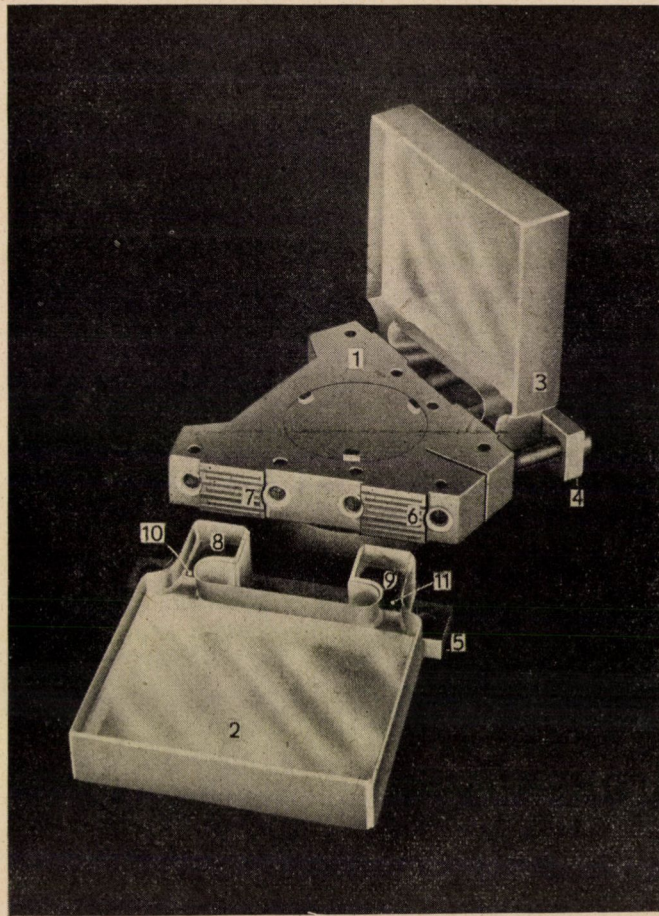


19. ábra. Pentatükör hátsó bevonatú tükrüfelületekkel

mással párhuzamos sugárzás esik a 2 tükörre. Az M pontnál töréssel belépő J_1 sugár a 2 tükör HG fonsorozott felületének S pontjában verődik vissza és az L pontnál töréssel lép ki. Síkpárhuzamos tükröket feltételezve az L pontnál a J és a J_1 sugár összeesik, tehát zavaró kettős-kép nem keletkezik. Ez a szabály csak végtelenben fekvő tárgypontokból érkező sugárzásra érvényes. Közelebb fekvő tárgyakról érkező sugárzás kettős-képet mutat, ezért hátsóbevonatú, tehát fonsorozott tükröt sem összetartó, sem széttartó nyalámban a zavaró kettős-képek miatt pontosabb mérésekre használni nem lehet. Bármilyen tárgytávolsághoz kettős-képet nem okozó elülsőbevonatú tükröt használhatunk. Fontos szabály tehát, hogy az elülsőbevonatú tükr mindenféle sugárvezetéshez alkalmas, a fonsorozott tükr pedig nem.

A pentatükörbe lépő sugárzás iránya a kilépővel a tükrök nyílásszögének kétszeresét zárja be. Ha $\varphi = 45^\circ$, akkor $\delta = 90^\circ$, ezért a rendszer derékszög kitűzésére alkalmas. Lényeges és fontos előnye, hogy a tükrrendszer fősíkjára merőleges O tengely körüli forgatásnál a be- és a kilépő sugárzás iránya egymásra mindig merőleges (bár metszéspontjuk maga változik), ezért az irányvonal eltérése is állandó. Ezért alkalmazzák ezt a rendszert előszeretettel a belső-alapvonalú távolságmérőkhöz, ahol az irányvonal állandósága a legfontosabb követelmény.

Ha a 19. ábrán vázolt pentatükörnél a belső BC és EF felületekkel bezárt levegőréteget üveggel töltjük ki, eljutunk a közismert $BPFE$ pentaprizmához. Ha a prizmat vagy a hátul foncsorozott pentatükört összetartó vagy széttartó nyalábba állítjuk, akkor a különböző törés miatt a fősíkra merőleges tengely körüli forgatáskor a rendszer elveszti az előbb említett előnyét, mert az állandó eltérítés kritériuma megszűnik. Ezt a hátrányt viszont sikeresen felhasználhatjuk pl. binokuláris távcsöveknél a képek magassági hibájának kiküszöbölésére, ahol álta-



20. ábra. Zeiss-féle felfekvő rugalmas pentatükör foglalás

lánban a képfordító prizma-rendszer — példánknál maradv a pentaprizma — a tárgylencse mögé van beszerelve. A magassági hibát a prizmának vagy tükörnek fősíkjára merőleges tengelye körüli kismértékű elforgatásával kiküszöbölhetjük. Nagy magassági hibánál azonban a prizma vagy a tükör elforgatásakor egyéb zavaró jelenségek mutatkoznak.

A pentatükört vagy prizmat feszültségmentesen, szabályozhatóan és a hőmérsékleti ingadozásokat feszültség nélkül követően ágyazzuk. A gyakorlatban számos megoldást ismerünk. A tükrök a belsőalapú távolságmérőknél még a kisebbeknél is a prizmákat lassan teljesen a háttérbe szorítják. Nagyméretű

prizmákat alkalmazni teljesen céltalan. Különösen hőmérsékleti ingadozásokra kis hővezetőképességük miatt elég érzékenyek, ezért, a feltételezett helyes foglalatást nem tekintve, magában az üvegyanyagban ellenőrizhetetlen feszültségek ébredhetnek. Kiküszöbölésük szinte lehetetlen. A jóval kisebb tömegű tükrök foglalása a foglalát (tükörszék) és az üveglapok helyes méretezésén és célszerű kiképzésén múlik.

Merész és szellemes megoldást mutat a Zeiss-féle *felfekvő* foglalás (20. ábra). Az 1 hőkezelt és mesterségesen öregbített acélfoglalatra a 2 és a 3 tükröt csavarokkal rögzített két darabból álló 4 és 5 lécek szorítják a szék 6 és 7 munkafelületéhez. A tükör kialakítása szilárdságtani és hőtani szempontok figyelembevételével történt. A tükröt nagyobb méretű 8 és 9 lábakkal a 10 és 11 erősen vékonyított nyak köti össze. Hőváltozáskor a befogott lábak mozdulatlanok, ezért a tükörlapban tágulásnál húzó feszültségek ébrednek, amelyek repedést vagy törést okozhatnak. Elhárítására a nyakat annyira vékonyították, hogy a szilárdsági követelményeket még éppen kielégíthesse. A nyak körüli részeket az aszimmetrikus anyagtorlódás elkerülésére befelé jól lekerekítették, ezenkívül a könnyen csorbuló és repedéseket okozó éleket legömbölyítették. A munkafelületeknek természetesen pontosan egy síkban kell feküdniök, ellenkező esetben szerelésnél a lécek az üveglapot hajlításra veszik igénybe. A mechanikai és a hőokozta behatások torziós feszültségeket ébreszthetnek, ezért a szerelést gondnal és elővigyázattal kell végezni.

A foglalát alakjából következik, hogy egyoldalú hőbehatásra tágulása nem egyenletes. A felfekvő felületek egymáshoz képest elfordulnak és magukkal viszik és eltekintve a tükör hajlító igénybevételestől φ nyílásszöge megváltozik.

A felfekvő felületek között már kisértékű hőkülönség is a mérési pontosságot erősen befolyásolja.

KÖNIG A egyik művében megemlíti,* hogy a pentatükrök és prizmak főmetszetében haladó sugarak eltérítése nem állandó, mert a tükörszék alakja, vele együtt az üvegprizmáé is a hőmérsékletingadozásokkal okozott egyenlőtlen felmelegedés és rugalmas utóhatások következtében megváltozik.

A szék és a prizma alakja nemcsak a külső behatásoktól, hanem élettörténetétől is függ. A külső behatásokkal szemben való megfelelő védekezés csak meglassítja a változásokat. Legyen a tükörszék anyagának hőtágulási együtthatója $\alpha = 0,000\ 012$, a közeli tükörvégek távolsága a , a távoliaké b , végül a -nak és b -nek távolsága c , akkor a -tól b felé történő egyenletes Δt hőmérsékleteséskor a pentatükör szögváltozása (21. ábra):

$$\Delta\varphi = \frac{\alpha \cdot \Delta t [a + b]}{c}, \quad (8)$$

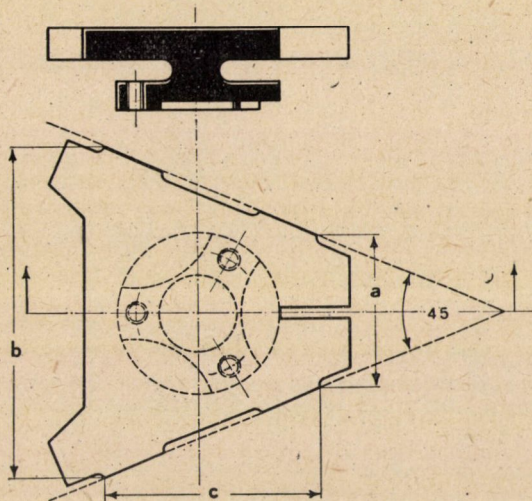
tehát $\Delta t = 1^\circ\text{C}$ esetén mintegy 4,8 ívmásodperc. A könyv azonban nem közli az említett képlet levezetését. Erre vonatkozóan kutatásaink ellenére sem találtunk megfelelő támpontot az irodalomban.

Felkérésemre HÓDI ENDRE okl. tanár, az Optikai és Finommechanikai Központi Kutató Laboratórium tudományos munkatársa, nagy körültekintéssel igyekezett pótolni e képlet hiányzó levezetését. Kutatásának eredménye a következő.

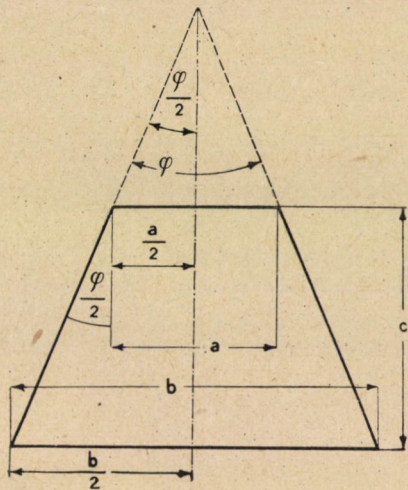
Legyen, mint az eddigi tárgyalásaink folyamán, a pentatükör hajlásszöge $\varphi = 45^\circ$. A 22. képen mind a közeli, mind a távoli tükörvégek hőmérséklete egyenlő, míg a 23. képen

* A. KÖNIG: Die Fernrohre und Entfernungsmesser, 180. oldal, 1923. (Ugyanígy a II. kiadásban.)

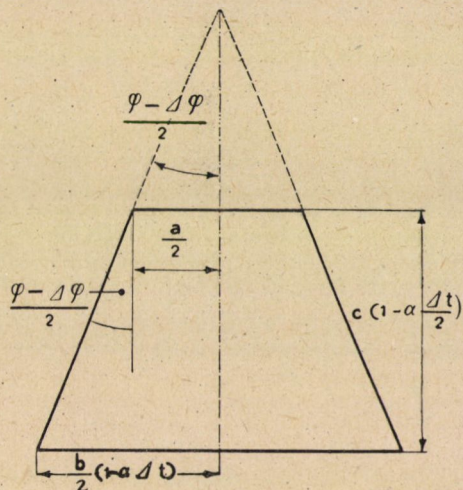
a hőmérséklet a -tól b felé Δt fokkal egyenletesen csökken. Ennek hatására a távolabbi tükörvégek kölcsönös távolsága $b \cdot [1 - \alpha \cdot \Delta t]$ lesz. De megváltozik az a és b szakaszok egymástól



21. ábra. Zeiss-féle pentatükör foglalat (tükörszék) vázlatos rajza



22. ábra. Pentatükörszék a hőmérséklet-változás hatásának levezetésére



23. ábra. Az a éltől a b él felé csökkenő hőmérséklet hatása

mért c távolsága is, és pedig $c \cdot [1 - \alpha \cdot \frac{\Delta t}{2}]$ -re csökken, ami a 24. kép szerint könnyen belátható. U. i. az a szakasztól x távolságban a hőmérsékletcsökkenés: $\Delta t \cdot x : c$, tehát az ebben a távolságban a c szakaszon elhelyezkedő dx szakasz elem hossza $dx \cdot [1 - \alpha \cdot \frac{x}{c} \cdot \Delta t]$ -re csökken, így az eredeti c szakasz hosszúságának értéke

$$\int_0^c \left[1 - a \cdot \frac{x}{c} \cdot \Delta t \right] dx = \left[x - \frac{a}{c} \cdot \Delta t \cdot \frac{x^2}{2} \right]_0^c = c - c \cdot a \cdot \frac{\Delta t}{2} = c \left[1 - a \frac{\Delta t}{2} \right]$$

lesz.

Feladatunk most már a $\Delta\varphi$ szögcsökkenés megállapítása. Mínt hogy $\Delta\varphi \ll 1$, ezért

$$\Delta\varphi = 2 \cdot \frac{\Delta\varphi}{2} < 2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\Delta\varphi}{2}. \quad (9)$$

A növeléssel elkövetett hiba azonban nyugodtan elhanyagolható. Viszont

$$\Delta\varphi : 2 = \varphi : 2 - [\varphi - \Delta\varphi] : 2, \quad (10)$$

így

$$\operatorname{tg} \frac{\Delta\varphi}{2} = \operatorname{tg} \left[\frac{\varphi}{2} - \frac{\varphi - \Delta\varphi}{2} \right] = \frac{\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} - \operatorname{tg} \frac{\varphi - \Delta\varphi}{2}}{1 + \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi - \Delta\varphi}{2}}. \quad (11)$$

Mivel $\varphi = \pi : 4$, ezért

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = \operatorname{tg} \frac{\pi}{8} = \sqrt{\frac{1 - \cos \frac{\pi}{4}}{1 + \cos \frac{\pi}{4}}} = \sqrt{\frac{1 - \frac{1}{\sqrt{2}}}{1 + \frac{1}{\sqrt{2}}}} = \sqrt{\frac{\sqrt{2} - 1}{\sqrt{2} + 1}} = \sqrt{2} - 1. \quad (12)$$

Ha a (11) alatti képlet utolsó törtjének nevezőjét a

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi - \Delta\varphi}{2}$$

szorzat elhagyásával csökkentjük, ily módon a nevezőt kb. $1 + [\sqrt{2} - 1]^2 = 4 - 2 \cdot \sqrt{2} \approx 1,716$ -ról 1-re, azaz durván eredeti értékének ötödodára kisebbítjük, következésképpen a tört eredeti értéke mintegy 6 : 5 = 1,2-szeresére növekedik. Ez természetesen nagyobb zavart nem okoz, mert a hibát felfelé kerekítettük, bár az ilyen nagymértékű elhanyagolás kissé szokatlan.

Összefoglalva az eddigieket : (10), (11) és (12) alapján :

$$\Delta\varphi < 2 \left[\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} - \operatorname{tg} \frac{\varphi - \Delta\varphi}{2} \right]. \quad (13)$$

A 22. kép szerint

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = \frac{b - a}{2c},$$

míg a 23. képből

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi - \Delta\varphi}{2} = \frac{b [1 - a \cdot \Delta t] - a}{2c \left[1 - a \cdot \frac{\Delta t}{2} \right]}.$$

Ezeknek az értékeknek a (13) egyenlőségbe történő behelyettesítésével kapjuk, hogy

$$\Delta\varphi < \frac{b - a}{c} - \frac{b [1 - a \cdot \Delta t] - a}{c \left[1 - a \cdot \frac{\Delta t}{2} \right]}. \quad (14)$$

Mivel

$$\frac{1}{1 - \alpha \frac{\Delta t}{2}} = 1 + \alpha \cdot \frac{\Delta t}{2} + \alpha^2 \cdot \frac{[\Delta t]^2}{4} + \alpha^3 \cdot \frac{[\Delta t]^3}{8} + \dots > 1 + \alpha \cdot \frac{\Delta t}{2},$$

de a magasabb fokú tagok elhagyása nem jelent lényeges hibát, azért a (14) képletet a következő alakban írhatjuk fel:

$$\Delta\varphi < \frac{b-a}{c} - \frac{\left\{ b[1 - \alpha \cdot \Delta t] - a \right\} \left[1 + \alpha \cdot \frac{\Delta t}{2} \right]}{c},$$

illetőleg a második tört számlálóját polinommal alakítva, a lehetséges összevonások után kapjuk, hogy

$$\Delta\varphi < \frac{1}{c} \left[a \cdot \alpha \cdot \frac{\Delta t}{2} + b \cdot \alpha \cdot \frac{\Delta t}{2} + b \cdot \alpha^2 \cdot \frac{[\Delta t]^2}{2} \right]. \quad (15)$$

Ha a (15) egyenlőtlenségben elhagyjuk a jobboldal utolsó tagját, ezzel ugyan csökkentjük a hibát, de ismét csak elhanyagolható mértékkel. Még ezután is biztosan érvényes, hogy

$$\Delta\varphi \leq \frac{1}{c} \left[a \cdot \alpha \cdot \frac{\Delta t}{2} + b \cdot \alpha \cdot \frac{\Delta t}{2} \right] = \frac{a \cdot \Delta t [a + b]}{2c}. \quad (16)$$

A (16) képletből látható, hogy a hőmérsékletváltozás okozta szögcsökkenés maximuma a *König* által adott értéknek csak a fele. Lehet, hogy *König* képletében a nevezőből sajtóhiba folytán maradt ki a 2-es, de az is lehetséges, hogy szándékosan kerekítette fel a szerző a hibát még ilyen nagymértékben is, számítva egyéb hibaforrások hatására is és inkább csak azt hangsúlyozva, hogy mi módon függ $\Delta\varphi$ értéke az a , b és c szakaszok hosszúságától.

Ami *König* numerikus példáját illeti, azzal megegyező eredményekre vezetnek számításaink, ha a

$$\Delta\varphi \leq \frac{a \cdot \Delta t [a + b]}{c} \quad (17)$$

képletből indulunk ki és feltesszük, hogy $b \cong [\sqrt{2} + 1] a \approx 2,4142 \cdot a$, ami a gyakorlatban általában teljesülni is szokott.

Ugyanis egyrészt a (12) képlet szerint $\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = \sqrt{2} - 1$, másrészt a 22. ábra alapján

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = \frac{b-a}{2c}.$$

E kettő egybevetéséből következik, hogy

$$\frac{1}{c} = \frac{2[\sqrt{2}-1]}{b-a}. \quad (18)$$

Utóbbi a (17) egyenlőtlenségbe helyettesítve kapjuk, hogy

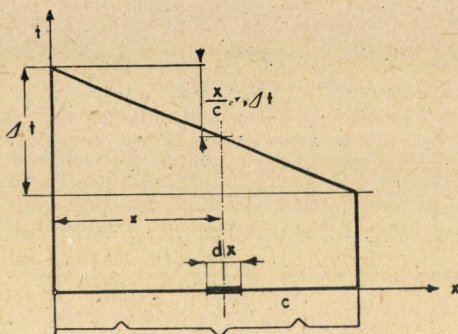
$$\Delta\varphi \leq 2[\sqrt{2}-1] \cdot a \cdot \Delta t \cdot \frac{b+a}{b-a}. \quad (19)$$

Ha mármost, mint feltettük, $b \geq [\sqrt{2} + 1] \cdot a$, vagy ami ezzel egyenértékű

$$a \leq \frac{1}{\sqrt{2} + 1} \cdot b = [\sqrt{2} - 1] b ,$$

akkor

$$\Delta\varphi \leq 2 [\sqrt{2} - 1] a \cdot \Delta t \cdot \frac{b + [\sqrt{2} - 1] b}{b - [\sqrt{2} - 1] b} = 2\alpha \cdot \Delta t \cdot \frac{[\sqrt{2} - 1] \sqrt{2}}{2 - \sqrt{2}}$$



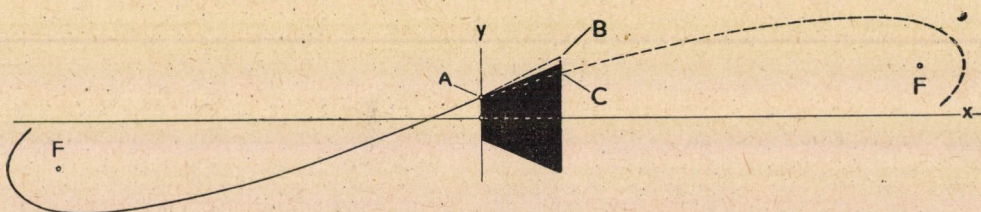
24. ábra. A fontosabb távolságok megváltozásának vizsgálata

Mivel

$$\frac{[\sqrt{2} - 1] \sqrt{2}}{2 - \sqrt{2}} = 1,$$

ennélfogva

$$\Delta\varphi \leq 2\alpha \cdot \Delta t . \quad (20)$$



25. ábra. A felfekvő felületek alakulása hőmérsékletváltozásnál. (B hőmérsékletnövekedésnél, C hőmérsékletcsökkenésnél)

Ha a (20) egyenlőtlenségbe behelyettesítjük α és Δt adott értékeit: $\alpha = 0,000\ 012$ fok⁻¹ és $\Delta t = 1$ fok, akkor a szögcsökkenés maximumát radiánokban kapjuk

$$\Delta\varphi \leq 0,000\ 024 .$$

Mint hogy 1 radián = $206\ 264,8$ ívmásodperc, ezért a maximális szögcsökkenés másodpercekben kifejezett értéke:

$$\Delta\varphi \leq 4,950\ 355\ 2 \approx 4,8 \text{ ívmásodperc.}$$

Hasonlóan mutatható ki, hogy ha numerikus számításaink kiindulásához a (16) alatti képletet választjuk, akkor már az előbbi feltételnél lényegesen enyhébb

$$b \geq \frac{5 + 4\sqrt{2}}{7} \cdot a \approx 1,5224 \cdot a$$

feltevés teljesülése esetén is kb. 4,8'' lesz a szögcsökkenés maximuma α és Δt változatlan értékei mellett.

A hőváltozás következtében a foglalat két tükörtámasztó oldala megváltozik. *Hódi Endre* kimutatta, hogy a változás parabolikus, és pedig a 25. ábra szerinti kihúzott parabola a hőnövekedés, a szaggatott vonallal rajzolt parabola pedig a hőcsökkenés okozta alakváltozást mutatja. Az ábra csak elvi jelentőségű, erősen torzított, mert a parabolák gyújtópontjai nagyon távol fekszenek a tükörszéktől.

Az acél jó hővezető képességével a hőmérsékletkülönbséget aránylag rövid idő alatt kiegyenlíti. Az egyoldalú hőbehatás megakadályozására a pentatükört ilyen műszereknél megfelelően szigeteljük és a tükör körül akadálytalan légáramlásról gondoskodunk.

A Zeiss-gyár az ismertetett tükörszéket továbbfejlesztette. A legutolsó kivitelnél a fémszéket üveggel helyettesítette. A tükröket az üvegszékekkel felhegesztett üveglapok kötik össze, ezért az üvegből készült pentatükört egydarabból állónak tekinthetjük.

4. A forgó pentatükör vagy pentamikrométer

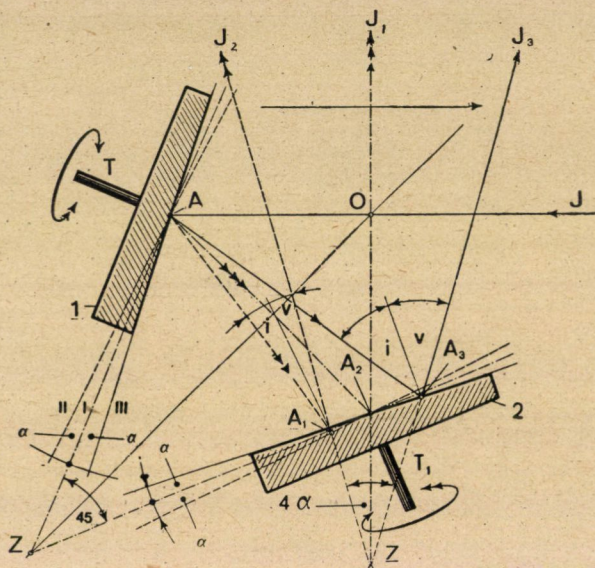
A pentatükört mint optikai mikrométert egyszerűen olyan változtatható szögkitűző műszernek tekinthetjük, amelynél a tükrökkel bezárt nyílászöveget valamilyen berendezéssel folyamatosan megváltoztathatjuk. Az elgondolható legegyszerűbb eljárással a tükörpárt egy ollóhoz hasonlóan a szög csúcspontja mint tengely körül elforgatjuk, de ez technikai szempontból kivihetetlen.

Az eddigiek szerint a belsőalpvonalú képegyeztetős távolságmérőkhöz két fontos műszerelem és pedig a *mikrométer* és az állandó irányvonalat biztosító *pentatükör* szükséges.

Felmerülhet ezek után az a gondolat, nem lenne-e lehetséges a két egymástól merőben különálló, eléggé bonyolult és költséges műszerelemet mint mikrométert *egyesíteni*. Ez azt jelentené, hogy a pentatükör az állandó irányvonal biztosításán kívül mikrométerként is működhetnék. A következőkben látni fogjuk, hogy elvileg egyszerű elgondolással a két műszerelem sikeresen egyesíthető. A feltétel az, hogy a pentatükörnek, mint derékszöveget kitűző műszernek, tükörfelületeit valamilyen berendezéssel egymáshoz képest úgy forgassuk el, hogy ékhatást fejtsenek ki, vagyis a változtatható törőszögű prizmat képviseljük, ahol a sugárzás a felületekről visszaverődve, törés nélkül jut a műszerbe. A 26. ábrán a pentatükört alkotó 1 és 2 ékalakú tükröket külső felületekre merőleges T és T_1 tengely körül egymással szembe elforgatjuk, akkor — mint azt

a BOSCOVICH-féle ékpárnál láttuk — változtatható nyílásszögű pentatükörrel létesítettünk. Ezzel a fogással a pentatükörrel és a forgó ékpárat, valamint a mikrométert egyesítettük és a következőkben röviden *pentamikrométernek* nevezzük.

A 26. ábra szerinti állásban a rendszer az egyszerű pentatükörre emlékeztet, mert az 1 és a 2 tükör síkjai az I. alapállásban 45° -ot alkotnak egymással, ezért a J irányból érkező sugárzás a tükörrendszerben történt kétszeri visszaverődés után a J_1 irányba lép ki. Az érkező és a távozó sugár 90° -ot zár be egymással. A rendszert mint mikrométert azonban nem ebből az állásból kiindulva



26. ábra. Bárány-féle pentamikrométer elve

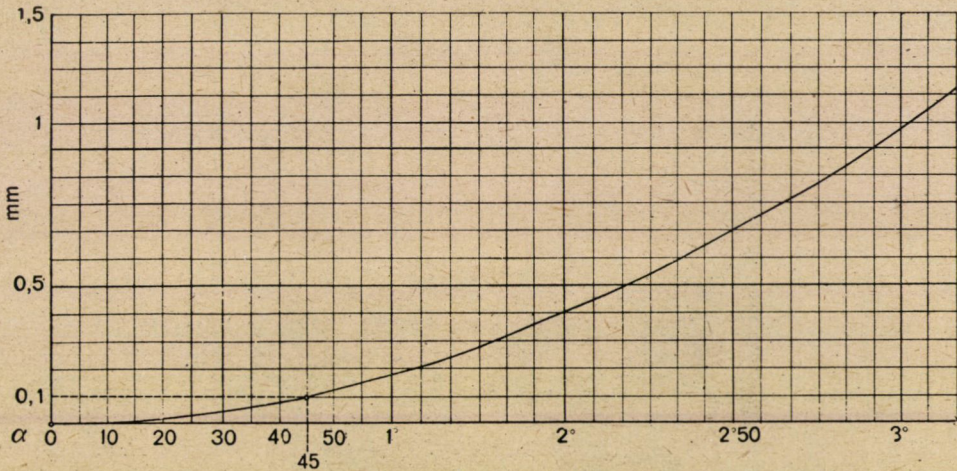
használjuk. A tükörrel ellenkező irányba elforgatjuk (II. állás), ami a 7. ábrán az eltérített sugárzás A dőféspontjának felel meg. Ennél az állásnál az érkező sugárzás az 1 tükör A , majd a 2 tükör A_1 pontjában visszaverődik, és J_2 irányba lép ki. Ezek előrebecsátása után ezt a II. helyzetet nevezzük alapállásnak. Forgassuk a tükörrel pozitív irányba, akkor a belépő sugárzás eltérítését az I. álláson keresztül a III. szélső állásig a berajzolt nyíl mutatja. A két pont — hasonlóan a 7. ábrához — két szélső helyzet között mozog. A III. állásnál a J belépő sugárzás az 1 és a 2 tükör A illetve A_3 pontjánál visszaverődik és J_3 irányba lép ki. A II. és a III. irányokkal bezárt szög egy tükör törőszögének a négyszerese. *A pont mozgása azt mutatja, hogy a pentamikrométer a forgó ékpárat tökéletesen helyettesíti, másrészt az egyszerű pentatükörrel mint kitűző és irányvonalat változtató eszközt is magában foglalja.*

A beeső sugárzás az ékalakú tükörrel borító alumínium rétegről tehát azonos közegben, levegőben, verődik vissza, ezért a rendszer nagy előnye, hogy

a 2. pontban felsorolt üvegek hibáitól teljesen mentes, ezért még a legkényesebb műszerekhez is nyugodtan alkalmazhatjuk.

Az ékeknél hangsúlyoztuk, hogy a pontos működés érdekében a legegyszerűbb kivitelnél is a négy felületnek tökéletesen símának, a törőszögeknek pedig pontosan egyenlőknek kell lenni. A pentamikrométernél az egyes tükröknek egy, tehát összesen két felületét kell polírozni, míg a sugármenetben szerepet nem játszó hátsó felületeket csak finoman lecsiszoljuk.

A pentamikrométer egy hibájára azonban rá kell mutatni. A 26. ábrán a sugármenet vizsgálatánál kitűnik, hogy forgatás közben a sugármenettel al-



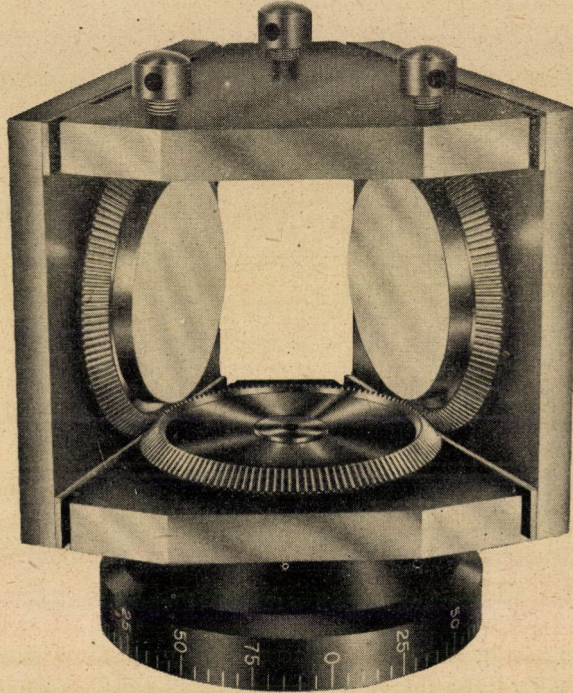
27. ábra. Képtolódás pentamikrométernél a tükrök elforgatási szögének függvényében

kotott AOA_2 háromszög oldalainak hosszúsága megváltozik, ami azt jelenti, hogy egy tárgylencsével alkotott kép a gyújtósíkból az optikai tengely irányában eltolódik. Gondoljunk egy egyszerű geodéziai távcsőre. A képnagyítót és a szálcsovet a képre parallaxmentesen beállítjuk. A távcső elé iktatott pentamikrométer forgatásakor az említett oknál fogva a kép a szálkereszt síkjából a képnagyító felé tolódik, ami a kép élességének csökkenését vonja maga után. A 27. ábrán $0,3$ méter alapvonalú távolságmérőhöz szerkesztett pentamikrométerrel okozott képtolódások görbét látjuk. Szemünk a $0,1$ mm-es parallaxist már nem érzékeli, ezért a görbe szerint ennek az értéknek kerekén 45° törőszögű tükör felel meg. A 28. ábrán látható pentamikrométer továbbfejlesztett példánya, amelyet mint mérőelemet a geodéziai gyors mérésekhez alkalmas $0,3$ méter alapú képegyeztetős távolságmérőhöz az Optikai és Finommechanikai Központi Kutató Laboratóriumban Gyimóthy István okl. mérnök tudományos munkatárs és Puska István mérnöki munkát végző technikus, sikeresen alkalmazott. A műszerről már a közeljövőben fogok megemlékezni.

A pentamikrométert nem csak belső alapú távolságmérőkhöz, hanem minden olyan műszerhez alkalmazhatjuk, amelynél a mikrométeres

mérés a sugárzó energia irányának optikai úton való eltérítésén épül fel. Az új mikrométer tehát korszerű optikai mérőműszerek megszerkesztéséhez alkalmas.

A kereken 200 évvel ezelőtt BOSCOVICH által szerkesztett forgó ékpárt kiküszöbölő pentamikrométer nagy pontosságú, fontos és korszerűségében eddig más elvvel nem helyettesíthető mérőszerkezetet képvisel.



28. ábra. Bárányi-féle pentamikrométer továbbfejlesztett kivitele (1954)

Összefoglalás

Kis szögek és rövid távolságok méréséhez széles körben elterjedt túlnyomóan mechanikai kivitelű mikrométerek rövid, összefoglaló ismertetése után a szerző az optikai mikrométerek, különösen a kereken 200 éves múltra visszatekintő Boscovich-féle forgóékpárral, majd az optikai műszereknél nagy szerepet játszó, állandó irányvonalat kitűző pentatükör tulajdonságaival foglalkozik. A forgóékpárnak és a pentatükörnek egyesítéséből származó, szerző által szerkesztett és javasolt tükrös kivitelű *pentamikrométer* ismertetésénél kiemeli a pentatükör foglálásánál fellépő hőbehatási viszonyokat, amelyek alapját képezik az egész rendszer működési feltételének. A forgóékpár és a pentatükör egyesített kivitelének: a pentatükörnek a forgóékpárral történt összehasonlításából következik, hogy a tükrös megoldásnál elmaradnak az ékpárnál fellépő képalkotási eltérések, viszont a pentamikrométernek egyetlen hátránya, a forgással okozott képeltolódás nagysága a mérőműszereknél elhanyagolható tényező.

A pentamikrométer alkalmazását a kísérletek tanúsága szerint a szerző elsősorban a belső rövidalpvonalú geodéziai gyors mérésekhez szerkesztett távolságmérőkhöz javasolja, és pedig invert-koincidienciás képegyeztetéssel, közvetlen távolságleolvasással léccel és végül redukáló berendezéssel.

VAS ELŐÁLLÍTÁSA ALACSONYAKNÁS OLVASZTÓBAN

A NÉMET DEMOKRATIKUS KÖZTÁRSASÁG ÜZEMEIBEN 1953. ÉVBEN VÉGZETT
LÁTOGATÁS ALKALMÁVAL SZERZETT SZEMÉLYES TAPASZTALATOK

I. P. BARDIN
AKADÉMIKUS

Az alacsonyaknás kohók működését egy évvel ezelőtt ismertem meg a Német Demokratikus Köztársaságban, a calbei »West« gyárban. K. Säuberlich és R. Baake a *Metallurgie und Giessereitechnik* (4 [1954] 55/60.) c. folyóiratban közölt cikkében ismerteti a folyamat történetét.* Lássuk röviden a cikk lényegét.

Mi késztette a Német Demokratikus Köztársaságot arra, hogy alacsonyaknás olvasztót létesítsen? Főképpen az, hogy a köztársaság területén nem volt olyan szén, amiből kohászati célra alkalmas kokszot lehetett volna előállítani; a rendelkezésre álló érc vasban szegény, és szilíciumtartalmú volt; a gyors ütemben fejlődő gépipar pedig a vastermelés folytonos fokozását kívánta.

A kohókoksz hiánya következtében a feladatot új módszerekkel, alacsonyaknás kohókkal kellett megoldani. Abban az időben a nyugatnémetországi alacsonyaknás olvasztók működéséről még csak a Humboldt-cég nem teljesen megbízható adatai állottak rendelkezésre.

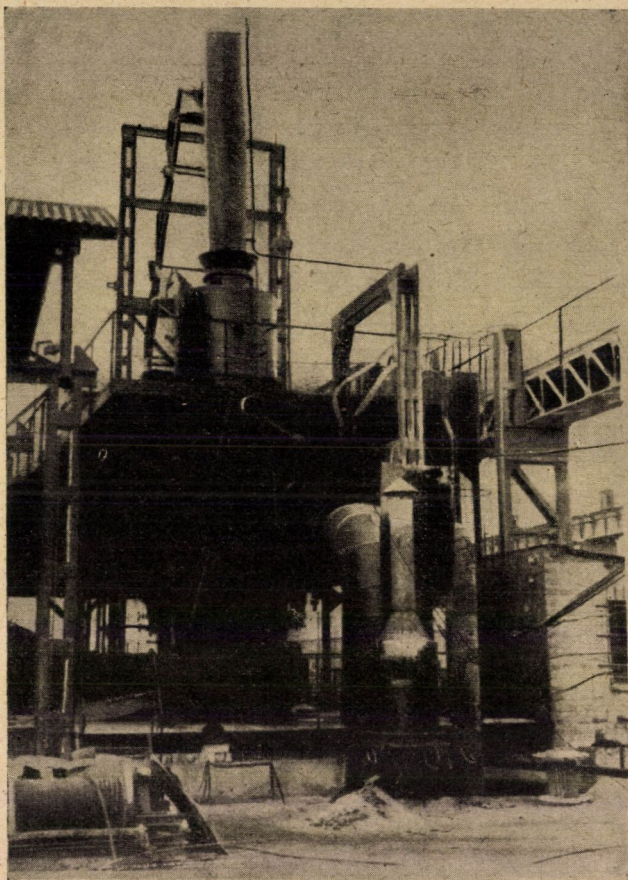
Az üzem telepítésére a magdeburgi körzetet választották, mert a közelben barnaszénbányák és szénbrikettgyárak voltak üzemben, és barnaszénen magas hőmérsékleten használható kokszá feldolgozó gyár épült. Azt is figyelembe vették, hogy ezen a környéken a szükséges munkaerő rendelkezésre állott.

Ezen a barnaszén-kokszon kívül az elegyben zwickau-i kohókokszot, valamint különféle gyárakból származó gázkokszot is használtak. Az elegy kokszában mindhárom fajta megtalálható volt.

A laboratóriumi és kísérleti előkészítés céljára a »Maxhütte« kohászati műveket jelölték ki, és azokat a Lipcsei Központi Építési Iroda dolgozóiból alakult csoport rendelkezésére bocsátották. A munkálatokat a helyszínén a két tervező, Säuberlich és Baake vezette. A kísérleti üzem képét és metszetét (kisméretű olvasztókemencét), az úgynevezett »Kis Max«-ot, az 1. és 2. ábrán láthatjuk. A 3. ábrán a vas-szén brikettekkel végzett olvasztások céljára épült alacsonyaknás kísérleti kemence látható. A kemence körüli jól felszerelt érc-téren helyezték el az osztályozó, zúzó és darabosító (brikettező) berendezéseket, valamint a kéntelenítő üzemet is. Az érc-tér képét a 4. ábrán láthatjuk.

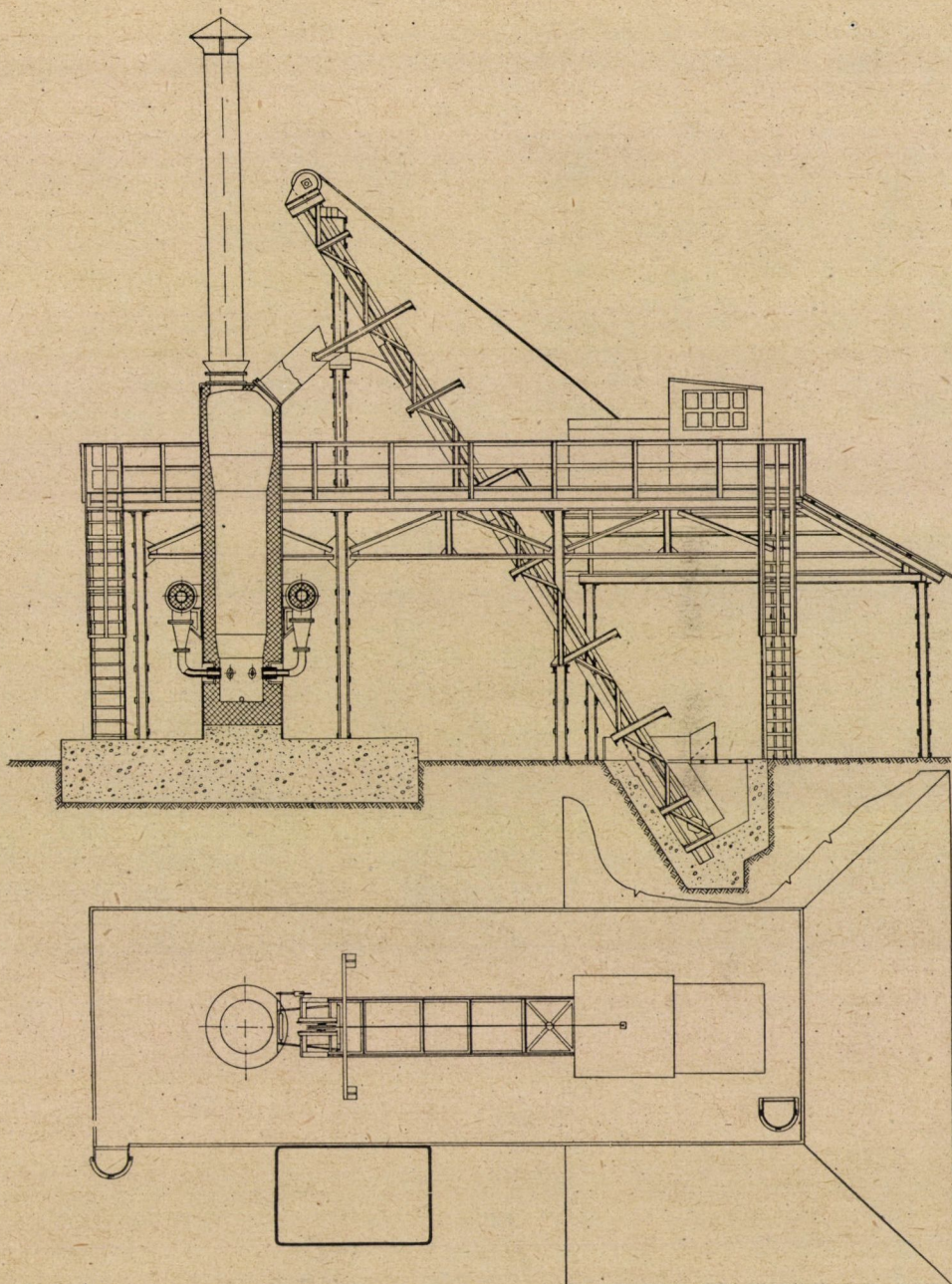
* A cikk teljes orosz nyelvű fordítása megjelent a »Problemi szovremennoj metallurgii« c. folyóirat 1954. évi 5. számában.

A Maxhütte kohászati műveknél (Unterwellenborn) felállított »Kis Max« kemence ferde felvonóval és torok-tolózárral készült. A fúvólevegő hevítését átszerkesztett léghevítőben (cowperben) végzik. A léghevítőt középen téglafallal választották el és így egy szokásos léghevítőből kettőt kaptak. Ez lehetővé



1. ábra. A »Kis Max« alacsonyaknás kemence és az ércszen brikettel végzett olvasztás vizsgálatára szolgáló kísérleti kemence. (Német Demokratikus Köztársaság, Maxhütte kohászati művek)

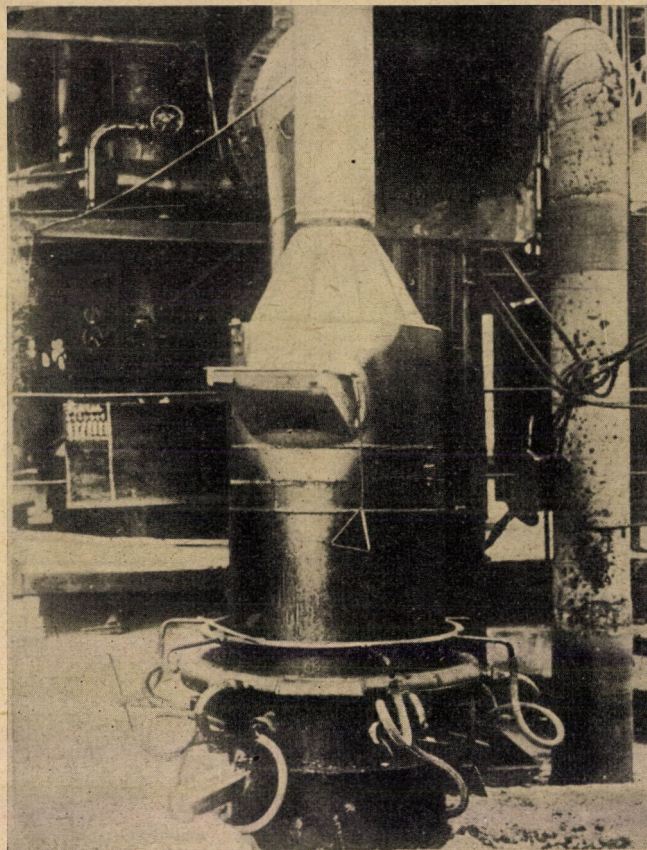
tette, hogy a fúvólevegőt a kisméretű és erős teljesítőképességű kemence részére 700°-ig melegítsék. A levegőt mindkét kemencébe 300 kW teljesítményű ventilátor szállítja 200 mm higanyoszlop elméleti maximális nyomással ; gyakorlatilag azonban a levegő nyomása csak 140 mm. A hőmérséklet, a fúvólevegő-mennyiség stb. mérésére szolgáló ellenőrzőműszerek számára külön állomást létesítettek. A »Kis Max« kemencével szerzett tapasztalatokat a »Problemi szovremennoj metallurgii« c. folyóirat 1954. évi 5. számában közölte. Figye-



2. ábra. A »Kis Max« alacsonyaknás olvasztókemence

lemre méltó a nagy kokszfogyasztás és a kemence erős reakciója az ércelegy kiolvadási fokára.

Meglepő volt az a gyorsaság, amivel a német elvtársak ezt a kérdést megoldották.



3. ábra. Kísérleti alacsonyknás kemence az érc—szén brikettal végzett olvasztások vizsgálatára

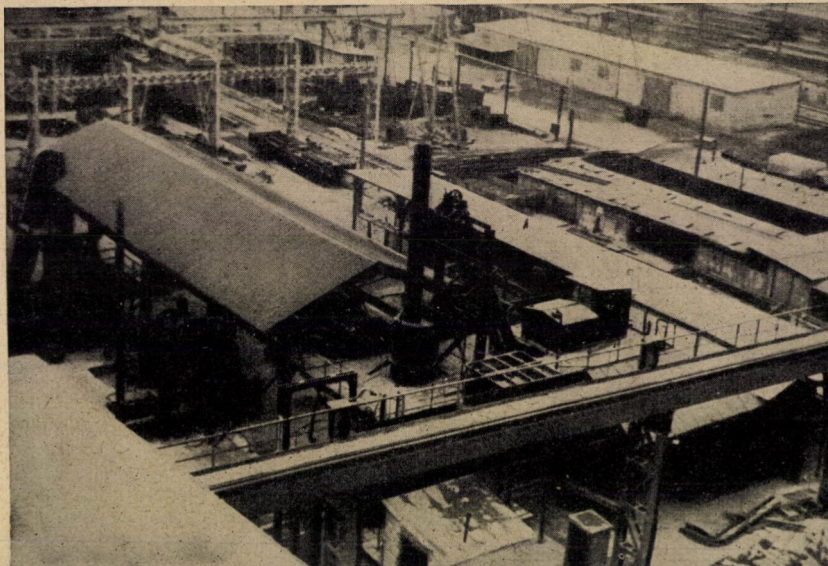
A »Kis Max« kísérleti kemencét 1950. március 21-én helyezték üzembe. 1951. áprilisban megindult a gyártás. 1951. novemberben üzembe helyezték a West-művek első nagyolvasztóját. 1953. elején már 10 kemence működött és a második hasonló üzemegység építésén dolgoztak.

Az alacsonyknás kemencék profiljának fejlődését az 5. ábrán, a legújabb változat nézetét és metszeteit a 6. ábrán láthatjuk.

Az alacsonyknás olvasztók kérdése azért elsőrendűen fontos, mert ez a típus átmenetet jelent a tüzelőanyagok és a kohóipar valamennyi melléktermékének tökéletes energetikai és kohászati kihasználása felé.

Különösen lényeges a kérdés megoldása az olyan országok számára, amelyek jóminőségű kokszolható szénnel nem rendelkeznek.

A gyakorlati megoldás terén első helyet foglal el a Német Demokratikus Köztársaság, ahol az eljárás kidolgozását a parancsoló szükség siettette. Szerencsémnek tartom, hogy jelen lehettem azokban a gyárakban és laboratóriumokban, ahol ez a nagy eredmény megszületett. A német elvtársak szívesen ismertették meg az alacsonyaknás kohók működésével, és a rendelkezésemre bocsátott



4. ábra. A »Kis Max« alacsonyaknás kemence és ércetere. Felülnézet

adatok alapján e kemencék üzemét a szokásos olvasztók munkájával összehasonlíthatom.

A Német Demokratikus Köztársaság kohászati üzemait és ércelőhelyeit a 7. ábrán közölt térképen láthatjuk.

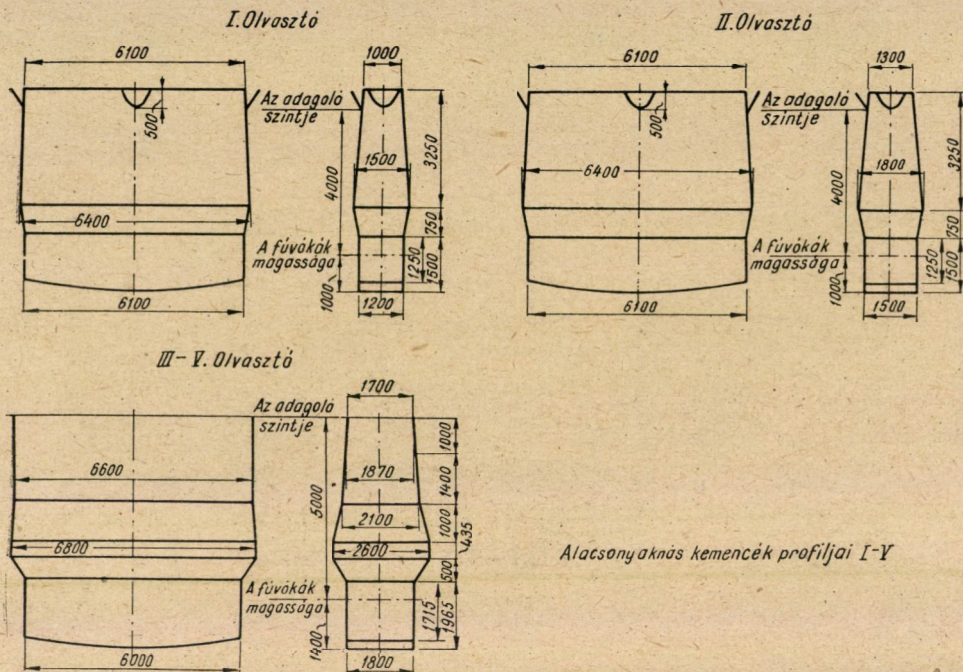
Amikor a calbei kohászati műveket meglátogattam (ennek körülbelül egy éve lehet), ott 10 olvasztó volt üzemben. A gyár képét a 8. ábrán láthatjuk.

Az eljárást kidolgozó Säuferlich közlése szerint az olvasztó termelése 1953. októbere óta több mint 16 000 t volt. Egy olvasztó napi termelése 60 tonnáig növekedett.

A calbei üzemnek, éppúgy, mint a német gyárak legnagyobb részének, külső szállítások céljára víziutak és vasút egyaránt rendelkezésére állanak. Az üzem 120 km sugarú körön belül minden anyagot: kokszot, ércet, mészkövet megtalál. A mészkövet vízi úton, a szenet, kokszot és ércet vasúton szállítják.

A hajón étkező anyagot darukkal emelik ki a tárolókba, a vasúton szállított anyagokat pedig a kocsikból egyenesen a tárolókba ürítik.

Az eredeti elrendezésű, úgynevezett réses tárolóból az ércet, mészkövet és kokszot különleges ekeszerű berendezés kitolja és a szállítószalagra tereli. (9. ábra). A szalag az anyagokat az elegy-összeállító üzembe szállítja, ahol minden egyes anyag számára külön tároló, az elegy összeállításához pedig automata mérleg áll rendelkezésre. A kész elegyet csillék drótkötélpályán az olvasztóba szállítják.



Alacsonyaknás kemencék profiljai I-V

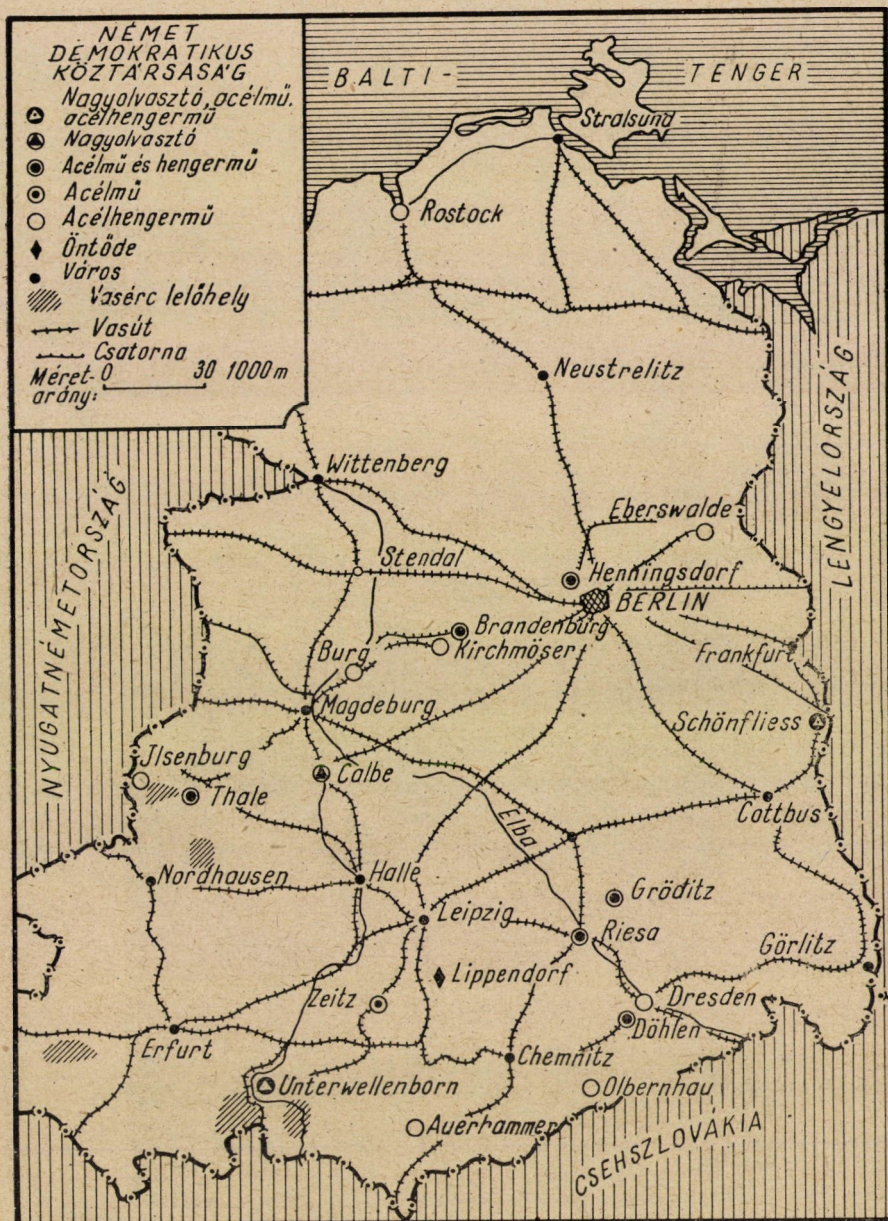
5. ábra. Az alacsonyaknás kemencék profiljának fejlődése

A tíz alacsonyaknás kemence ötösével, két sorban, egymással szemben helyezkedik el. A két sor közötti fedett darucsarnokban csapolják a nyersvasat és az alsó salakot. A felső salak a szemben levő oldalon távozik; azt ott granulálják és a cementgyárba szállítják (10., 11., 12. és 13. ábra).

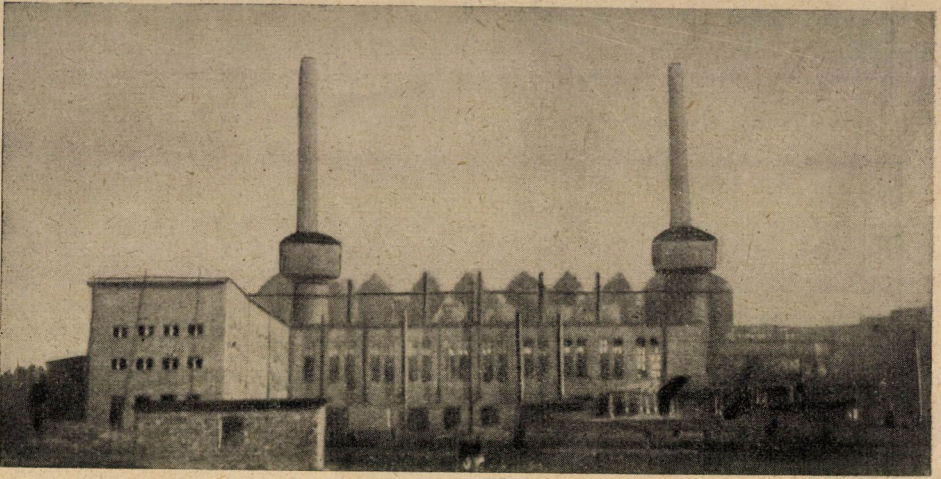
De a feladatom nem az, hogy a Metallurgie und Giessereitechnik c. folyóiratban a tervezők tollából megjelent cikket kivonatoljam; hanem, hogy a folyamatról szerzett saját benyomásaimat ismertetve, az alacsonyaknás kemencéket a szokásos olvasztókkal összehasonlítsam. Erre a célra a calbei üzemben és a Maxhütte művektől beszerzett adatokat használom fel.

Az alacsonyaknás kemencék működését először a szokásos, 830 m³ térfogatú, (német számítási mód szerint ez a fűvősíktól számítva 750–775 m³-t

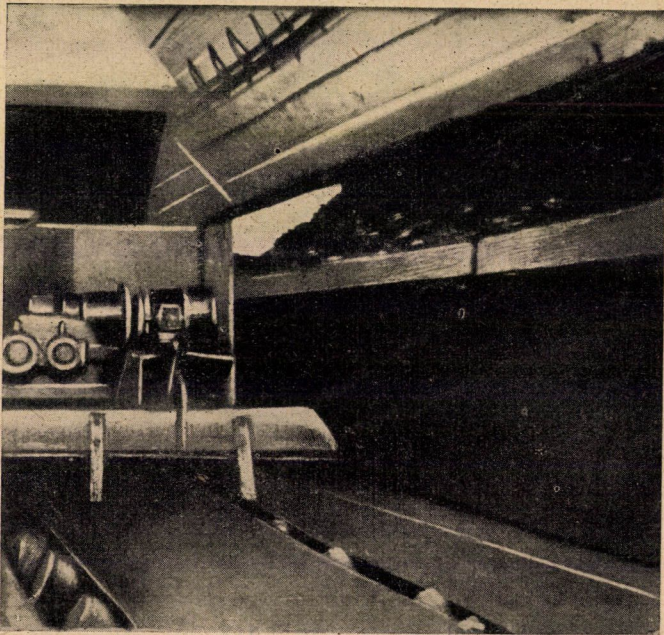
tesz ki), 6750 kalóriás, 10% hamutartalmú, 0,6% kén tartalmú koksszal működő, és a nyersvas súlyához képest 0,65–0,70 rész salakot adó olvasztóval hasonlítom össze. Azután egybevetem az alacsonyaknás kemencék működését a



7. ábra. A Német Demokratikus Köztársaság kohászati üzemei és érclőhelyei



8. ábra. Calbei Kohászati Művek. Látkép



9. ábra. Calbei Kohászati Művek. Réses tároló az anyagnak a szállítószalagra terelésére

1. táblázat

Alacsonyaknás kísérleti kemence adatai

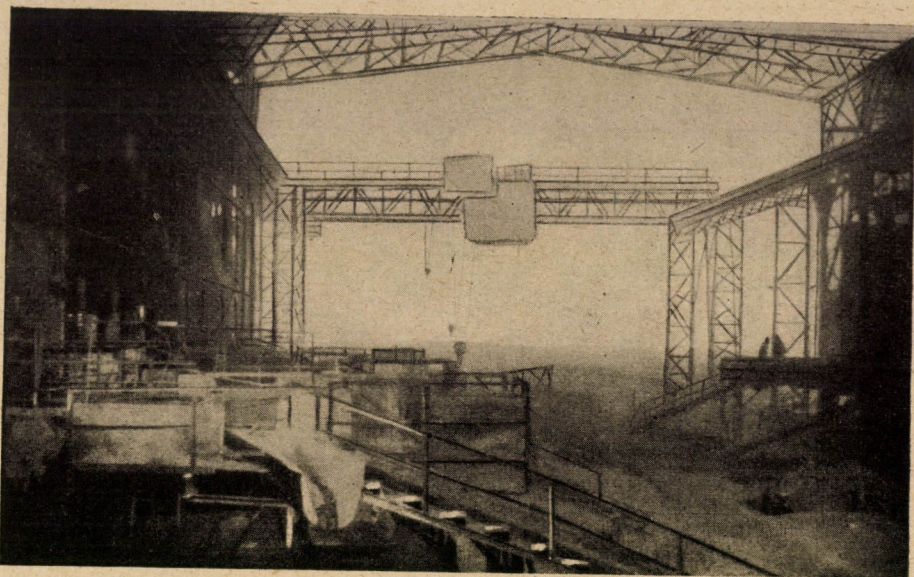
Az olvasztó magassága	5200 mm
Hasznos adagoló magasság	3200 «
A nyugvó átmérője	900 «
A fúvókák száma	6 db
A fúvókák keresztmetszete	60 mm
Elméleti teljesítmény	2 t/24 óra

2. táblázat

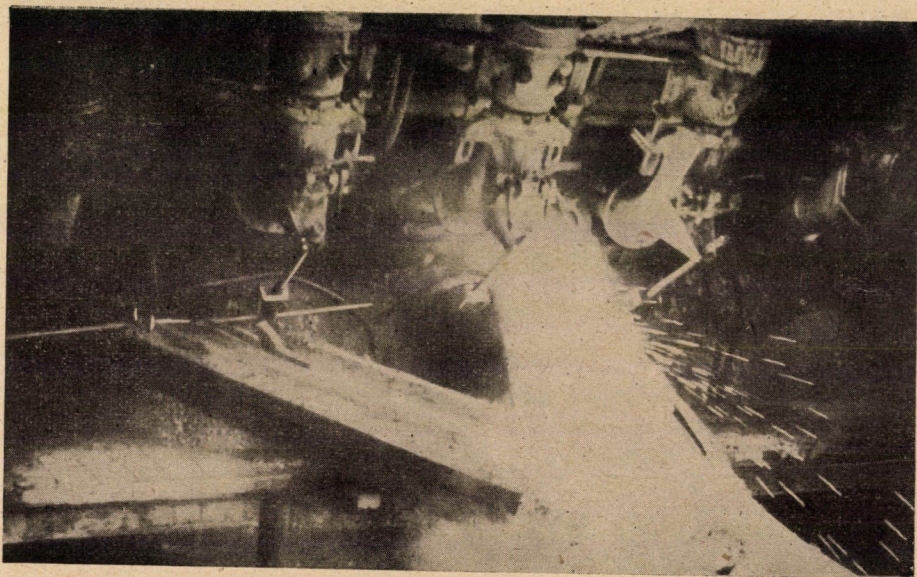
Három öntészeti nyersvas-termelő olvasztókemence fajta összehasonlító adatai

A d a t o k	Az olvasztókemence fajtája		
	Szokásos (KMK 1—2, = 830 m ³ H = 25,5 m)	Kisméretű (gürevszki kohóüzem, = 40 m ³ , H = 11 m)	Alacsonyaknás (calbái »Westek művek, NDK.)
			Keresztmetszete
1. A medence átmérője m	6,2	1,5	1,5×7,0
2. A medence területe m ²	28,1	1,77	10,5
3. A fúvókák szintjétől számított hasznos térfogat m ³ *	753	38	65
4. Hasznos magasság a fúvókák szintjétől az adagoló szintjéig m *	21,5	10,0	4,8
5. Az elegy tartózkodása a kemencében, óra	9	30—34	1,5—2,0
6. Hőmérséklet-különbség a medence és az elegy között C°	1400	1400	1400
7. A hőmérséklet emelkedése az elegy olva- dása közben, percenként C°	2,6	0,7	11,6
8. Az adag mozgási sebessége, percenként cm	4,0	0,53	4,0
9. Tüzelőanyagszükséglet, t/t vas	kokszt 0,90	szén 1,15	vegyes gázkokszt és barnaszén- kokszt 2,65
10. A kemence üzemének intenzitása (elégett tüzelőanyag) t/t vas	26,5	11,5	15,6
11. A kemence termelése t/24 óra	750	20	65
12. A salak mennyisége t/t vas	0,7	0,7	2,60
13. A fúvóalevegő hőfoka C°	700	300	700
14. A fúvóalevegő nyomása atm.	1,5	0,2	0,2
15. Fúvóalevegő-felhasználás m ³ /t vas	2700	3000	8000
16. Torokgáz m ³ /t vas	3500	4000	10000
17. A torok hőmérséklete C°	300	400	400
18. Ércszükséglet t/t vas	1,700	1,700	3,065
19. Ócskavas-felhasználás t/t vas	0,100	0,100	0,249
20. Mészke-felhasználás t/t vas	0,600	0,600	2,008
21. Szállópor mennyiség t/t vas	0,150	0,500	0,564
22. A torokgáz égési hője kal/m ³	900	1000	1100

* Az adatokat német rendszer szerint értve.



10. ábra. Calbei Kohászati Művek. Az alacsonyknás kemencék öntőudvarának csarnoka



11. ábra. Calbei Kohászati Művek. Alacsonyknás kemence. A felső salak csapolása felváltva két csatornán («Nagy Max»)



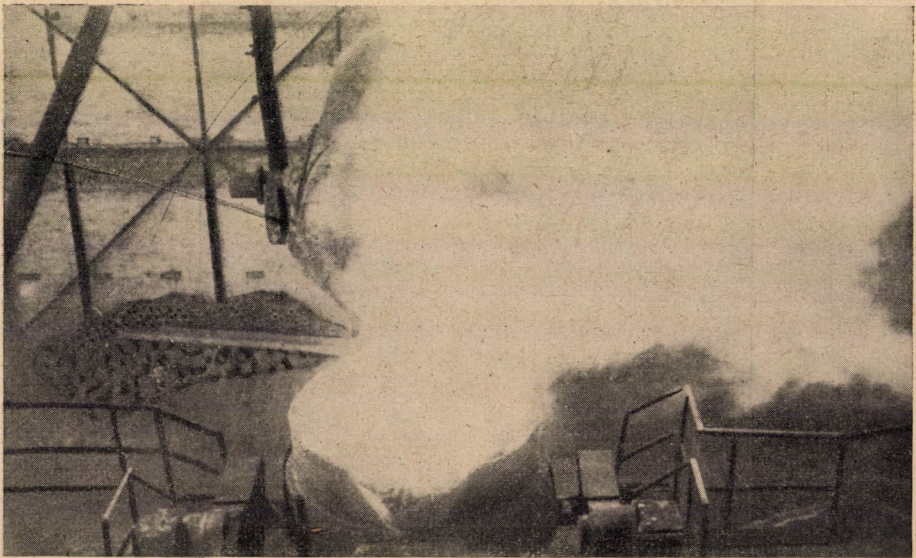
11. ábra. A felső salak csapolása



12. ábra. Calbei Kohászati Művek. A vas csapolásának előkészítése és kezdete az alacsonyaknás kemencéből («Nagy Max»)



12. ábra. A vas csapolásának előkészítése



13. ábra. Calbei Kohászati Művek. Alacsonyaknás kemence öntőoldala («Nagy Max»)

nyugatsibériai gurevszki kohászati művek különleges kisméretű olvasztójával is. Az utóbbi a kuzneci medence »Moscsnii« telepéről származó kohószénnel dolgozik. Az 1 tonna nyersvasra eső salakmennyiség 650—700 kg. Ez a kemence huszonnégy óránként mintegy 20 t öntészeti nyersvasat termel 1,15 t szénfogyasztással. A szén elemzése : illó anyagok 15%, hamu 5%, kén 0,5%, fűtőérték 7000 kalória. Az alacsonyaknás kemencék adatait az 1. és 2. táblázatban adom. A háromféle olvasztó profilját a 14. ábrán közlöm. Az adatok összehasonlítása különbségeket mutat a kemencék profiljában, munkafolyamatában és hőgradiensében.

A rendelkezésemre álló adatok alapján nem készíthettem el a háromféle olvasztó teljes hőmérlegét, de az alacsonyaknás és a szokásos olvasztók munkafolyamatát kielégítően összehasonlíthattam és értékelhettem (lásd a 2. táblázatot).

Ezeknek az adatoknak az alapján, a német Anhaltszahlen für die Wärme-wirtschaft insbesondere auf Eisenhüttenwerken c. kézikönyv 1947. évi kiadásában (61—62. old.) ismertetett számítási módszerek alkalmazásával, a számunkra lényegtelen adatokat (a salakképződés hőmérsékletét, a levegő nedvességtartalmát stb.) figyelmen kívül hagyva, összeállítottam az olvasztók tájékoztató hőmérlegét és kiszámítottam a levegő hevítésére, a fűvőlevegő előállításához szükséges energiára, a gáz tisztítására stb. fordított hőmennyiségeket és megvontam az úgynevezett hőegyenleget, vagyis kiszámítottam a minden szükséglet fedezése után fennmaradó kalóriamennyiséget (3. táblázat).

Az olvasztók működését a következő adatok alapján hasonlíthatjuk össze egymással : 1. az üzemegység teljesítőképessége ; 2. a munka eredményessége ; 3. az üzem megbízhatósága ; 4. a kemence hatásfokának hőtényezője ; 5. a termék egységére eső beruházási költség. Mindezeknek a mutatóknak pontos értékelése ma meglehetősen nehéz feladat. Főképpen azért, mert az egyik oldalon régóta ismert eljárásokkal, és kialakult szerkezeti megoldásokkal van dolgunk — nem tekintve a gurevszki egészen különleges kemencét — a másik oldalon pedig ugyanakkor gyenge minőségű ércekkel, a kohászati minőséget el nem érő koksszal, és még ki nem alakult szerkezeti megoldásokkal kísérleteznek.

Az alacsonyaknás olvasztók tekintetében ezidőszertint rendelkezésünkre álló adatok alapján nagyjában már képet alkothatunk magunknak a módszer előnyeiről, valamint azokról a változtatásokról, amelyeket az olvasztók üzemi módszereiben és szerkezetében előreláthatólag be kell vezetnünk.

A gázkoksszal vagy barnaszénből készült koksszal működő alacsonyaknás kemencék beruházási költségei a megszokott berendezések költségeinél nem kisebbek, mert a kokszolókemencék, az elegykészítő és a vegyészeti üzem költségei a felhasznált koksz mennyiségével arányosak. Az anyagkirakó, fajtázó, keverő és berakó berendezések költségei ugyancsak a berakásra kerülő anyagmennyiségekkel arányosak, vagyis a termék egységére eső költségek itt nagyobbak, mint a szokásos olvasztók esetében. Az alacsonyaknás kemencék szoros

3. táblázat

Tájékoztató hőmérleg (1 t nyersvasra számítva)

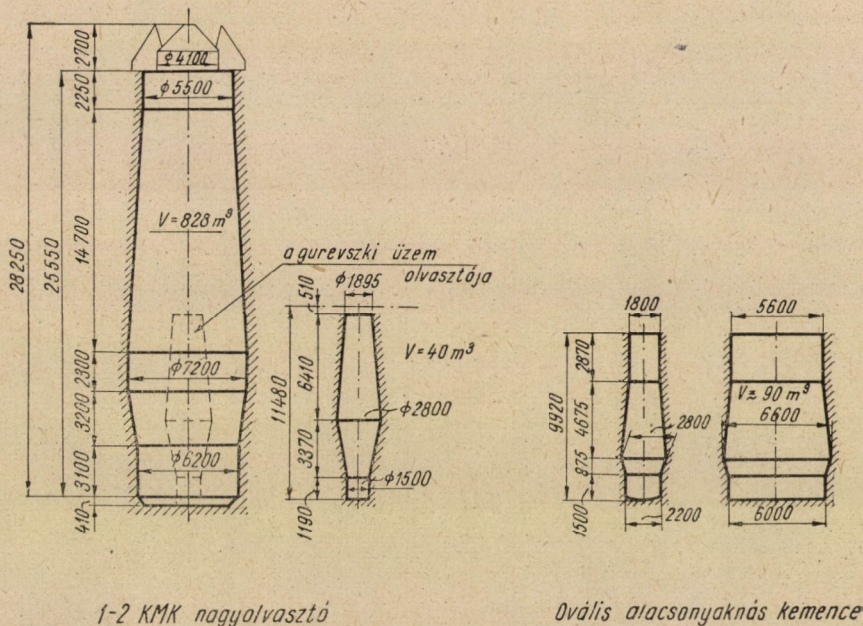
(A számítás mintája az »Anhaltzählen« 1947. évi kiad. 61—62. old. Itt egyszerűsítve)

	Az olvasztókemence fajtája							
	Szokásos		Kisméretű		Alacsonyaknás			
	(KMK 1—2 = 830 m ³)		(Gurjevszki üzem = 40 m ³)		Calbei »West« üzem, NDK			
<i>Beadott hőmennyiség</i>								
A tüzelő égési hője	900 × 6750 = 6 075 000	90%	1150 × 7000 = 8 050 000	96,5%	2650 × 6100 = 16 165 000	90%		
A fűvólevégő hője	2700 × 700 × 0,326 = 616 000	10%	3000 × 300 × 0,310 = 280 000	3,5%	8000 × 700 × 0,326 = 1 825 000	10%		
Összesen	6 691 000		8 330 000		17 990 000			
<i>Felhasznált hőmennyiség</i>								
A mangán, a vas, a kovássav, a foszfor és a kén redukálása	1 792 000	} 2 425 000	35%	1 792 000	} 2 245 000	28,7%		
A nyersvas széntartalmának oldódása	348 000		348 000	2 245 000		348 000	2 425 000	13,5%
A folyékony nyersvas hőtartalma	285 000		285 000	285 000		285 000	285 000	
A folyékony salak hőtartalma	700 × 500 = 350 000	5%	700 × 500 = 350 000	4,1%	2600 × 500 = 1 300 000	7,2%		
A hidrátokban és az érchen levő (konstitúciós) nedvesség kiűzése	334 000	4,8%	334 000	4%	1 075 000	5,9%		
Sugárzás okozta hővesztesség	350 kal/kg kokszt							
	350 × 900 = 315 000			A kemencetér felhasználási tényezőjével és a hőszükséglettel egyenesen arányos (szokásos olvasztóban használt koksztára átszámítva)	350 × 1,0 × 2400 = 840 000			
A távozó gázokkal elvesző hő:								
a) égési hő	3500 × 900 = 3 150 000		4000 × 1000 = 4 000 000		10 000 × 1100 = 11 000 000			
b) fizikai hő	3500 × 0,33 × 300 = 346 000		4000 × 0,35 × 400 = 560 000		10 000 × 0,35 × 400 = 1 400 000			
Összesen	6 920 000		8 467 000		18 040 000			
Hiány	— 229 000		— 137 000		— 050 000			

Megjegyzés. A hőmérleg összeállításánál a vas redukálási feltételeit, valamint a nyersvas, és a salak összetételét a három esetben azonosnak tekintettem. Nem vettem figyelembe a salakképződés hőjét és a fűvólevégőben levő vízgőz bomlási hőjét. A gázok fajhőjének megállapításánál a vízgőztartalmat figyelmen kívül hagytam. A számítás alapjául vett adatok nem alkalmasak pontos hőmérleg összeállítására, mert nem tartalmazzák a szállóporral távozó szén mennyiségét, ezért a fenti mérleg csak tájékoztató jellegűnek tekinthető.

értelemben vett berendezései sem olcsóbbak a szokásos kemencék berendezésénél, — kivéve az emelőszerkezeteket és a fűvógépet, — mert nagyobb mennyiségű fűvólevető felhevítéséhez nagyobb felületű léghevítő szükséges, és a nagyobb méretű gáztisztító is többre kerül. A fűvógép és a fűvólevető előállítása valamivel olcsóbb, mint a szokásos olvasztók esetében, minthogy nagyobb mennyiségű (mintegy háromszoros) fűvólevető felhasználásával, a nyomás a szokásos kemencék fűvólevetője nyomásának csak 1/5—1/6 része. Ezen felül itt a ventiátorok is olcsóbbak lehetnek.

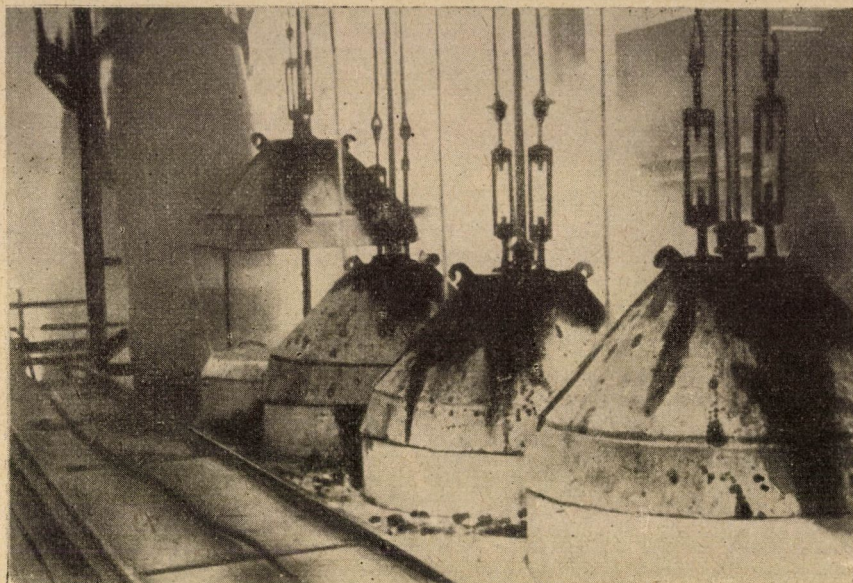
Az egységnyi termékre eső beruházási költség végső eredményben nem szól az alacsonyaknás kemencék alkalmazása mellett.



14. ábra. Három kohászati kemence-típus profiljának összehasonlítása

Az alacsonyaknás kemencék jelenlegi eljárásának szembeötlő hibái

Az összehasonlító adatokat tartalmazó táblázatra vetett egyetlen pillantás megmutatja az alacsonyaknás kemencék legjellemzőbb sajátosságát. Ez, I. V. Kitaev kifejezése szerint, az úgynevezett »tartalék-magasság«-nak vagy pontosabban meghatározva, az előkészítő térnek teljes hiánya. Az elegy felhevülési sebessége, a percenkénti hőemelkedést fokokban kifejezve, az alacsonyaknás kemencékben a szokásos kemencékhez képest 4—5-szörös, a gurevszkihoz képest pedig 15—20-szoros.



15. ábra. »Maxhütte« Kohászati Művek. A »Nagy Max« alacsonyaknás kemence adagoló berendezése

Az anyagok dúsítását, osztályozását, darabosítását és a hasonló eljárásokat annál nagyobb mennyiségű anyagon kell elvégezni, minél jobb a kemence-cérfogat kihasználása, más szóval, minél kevesebb időt tölt az elegy a kemencében, vagyis minél gyorsabb az elegy időegység alatti olvadása.

A 2. táblázatban három olvasztókemencerendszer: a gurevszki, a calbei alacsonyaknás, és a kuzneci kohászati kombinát egyik szokásos olvasztója adatait közlöm. A gurevszki kemence esetében az osztályozás és az ércelőkészítés kérdései másodrendű jelentőségűek; az alacsonyaknás kemencék számára ellenben még fontosabbak, mint a szokásos olvasztók esetében. A calbei üzembn erre a kérdésre különféle okok miatt nem fordítottak elegendő figyelmet. Az elegy osztályozását és darabosítását gépesíteni kell és be kell vezetni az agglomerálás önolvadását, vagy a mészkövet mésszel kell helyettesíteni. Ezek az intézkedések alkalmasak lennének az alacsonyaknás kemence működésének megjavítására, a termelés fokozására és a kokszfogyasztás csökkentésére. Az alacsonyaknás olvasztók üzemében a kokszot egészen, vagy legalább részben szénnel kell helyettesíteni.

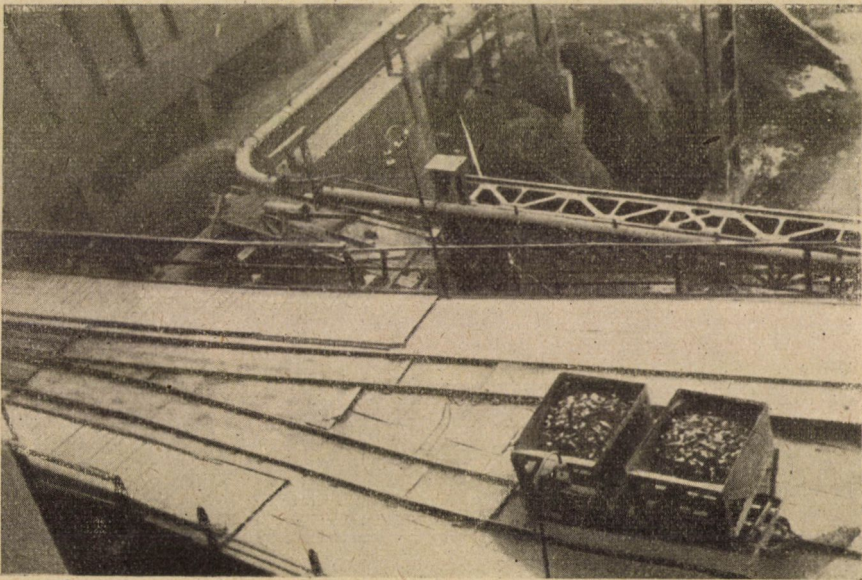
A német elvtársaknak az az elgondolása, hogy az ércet az elegybe a vas redukálásához szükséges szénnel keverve, brikettek alakjában viszik be, feltétlenül helyes. Ezzel az eljárással mintegy 0,4% szenet lehet bevinni, amivel a vas redukálását meggyorsíthatjuk és a koksszal bevitt szenet helyettesíthetjük.

Különösen nagy jelentőségűek az elegy és a brikett fizikai tulajdonságai, első sorban hőállóságuk és hővezetőképességük. Ezeknek fontosságáról képet alkothatunk a német elvtársak nyilatkozataiból. Megállapították, hogy az olvasztó forgács nélkül sokkal gyengébben működik, mint akár olyankor is, ha az elegybe forgács helyett megfelelő mennyiségű darabos ócskavasat adagolnak. Ennek az a magyarázata, hogy a forgács felülete nagy és ezért az elegy hővezető képességét erősen fokozza.

Nem lehet kielégítően megoldottnak tekinteni az elegy elosztását az olvasztótörökben, sem az elegy magasságának meghatározott szinten tartását.

Az érc és koksز keverékéből előre elkészített elegyet négy harangon keresztül adagolják. A harang pontosan egy csillére való anyagot fogad be. Az egymással szemben fekvő harangokat egymásután rakják meg és az anyag süllyedésének megfelelően lejjebb engedik. Az elegy szintjét a kemencében kézierővel, rudakkal ellenőrzik. Az olvasztótörökben felgyülemelő nagymennyiségű gáz következtében az ilyen rendszerű adagolástól pontos eredményeket semmi-estre sem várhatunk (lásd a 15. és 16. ábrát).

Az olvasztótörökon nem szabad dolgozóknak tartozkodniuk. Az egész betétberakást automatizálni kell. Ehhez a jelenlegi sokharangos adagolást a Parry-féle kettős tölcserhez hasonló berendezéssel, esetleg elliptikus alakban, sőt talán közönséges körkúpos alakú berendezéssel kell helyettesíteni, a továbbiakban pedig a kemence ellipszis alakú keresztmetszetére áttérni. Az anyagnak



16. ábra. »Maxhütte« Kohászati Művek. Az elegy adagolása az alacsonyaknás kemencébe

4a. táblázat
 »West« kohászati Művek, Calbe
 Az elegy elemzése
 (Átlagos adatok)

Megnevezés	Fe %	Mn %	P %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	H ₂ O %	S %	Hamu	Izzítási veszteség	Megjegyzés
1. Badelebeni érc	23,25	0,48	0,23	35,55	8,33	2,92	1,32	8,74	0,03	—	9,13	
2. Büchenbergi érc	20,96	0,78	0,12	20,41	2,69	21,99	1,23	0,77	0,10	—	21,15	
3. Barnaszén-salák	20,96	0,70	0,06	18,11	4,85	21,39	4,37	6,59	0,81	—	10,76	
4. Mangánsalák	1,02	19,89	0,06	42,08	6,25	16,62	5,29	0,28	0,26	—	0,40	
5. Rübelandi mész	0,54	—	—	2,78	0,64	51,99	0,70	0,59	0,04	—	42,63	
6. Förderstadi mész	1,06	—	—	7,96	2,82	45,72	1,86	1,42	0,16	—	37,76	
7. Bernburgi mész	1,08	—	—	8,47	2,68	45,66	1,70	1,01	0,08	—	38,02	Szállított állapotban
8. Stassfurti mész	1,00	—	—	7,96	2,63	46,19	1,10	1,63	0,07	—	37,78	
9. Epitzi mész	0,45	—	—	0,87	0,29	46,33	6,41	1,15	0,05	—	43,85	
10. Nienburgi mész	0,71	—	—	5,74	2,00	46,53	1,92	1,00	0,09	—	40,79	
11. Gerai dolomit	1,04	—	—	2,64	0,97	28,60	19,44	1,44	0,02	—	44,73	
12. Zwickaui kokszt hamuja ... (a kokszt szállított állapotban)	21,18	0,79	0,11	35,09	15,44	9,59	2,80	—	0,31	—	—	—
								13,41	1,13	9,83	—	Szén+illó anyagok 76,77% Fűtőérték 5854 kcal/kg
13. Magdeburgi kokszt hamuja (a kokszt szállított állapotban)	17,42	0,78	0,16	34,53	14,74	14,11	5,22	—	1,63	—	—	—
								16,52	0,89	9,66	—	Szén+illó anyagok 73,83% Fűtőérték 5929 kcal/kg
14. Lauchhammeri kokszt hamuja (a kokszt szállított állapotban)	22,82	0,90	0,10	21,49	4,43	22,92	3,87	—	5,58	—	—	—
								5,76	0,99	11,55	—	Szén+illó anyagok 82% Fűtőérték 6466 kcal/kg
15. Vegyes kokszt hamuja	16,59	0,85	0,20	32,84	16,29	15,52	5,37	—	1,62	—	—	—
(a kokszt szállított állapotban)								16,08	0,90	9,63	—	Szén+illó anyagok 74% Fűtőérték 6039 kcal/kg
16. Külföldi kokszt hamuja (a kokszt szállított állapotban)	14,10	0,79	0,25	34,07	20,11	13,53	5,00	—	1,50	—	—	—
								8,35	0,77	10,52	—	Szén—illó anyagok 81,13% Fűtőérték 6331 kcal/kg

4b. táblázat
 »West« kohászati művek, Calbe
 Az elegy analízise
 (Átlagos adatok)

Megnevezés	Fe %	Mn %	P %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	H ₂ O %	S %	Megjegyzés
1. Badelebeni érc	23,11	0,44	0,30	36,25	8,29	2,15	1,15	10,08	0,03	SiO ₂ tartalom 30—40% között
2. Büchenbergi érc	20,63	0,71	0,11	19,16	2,63	22,46	1,21	0,63	0,12	
3. Barnaszén-salak	23,22	0,60	0,09	17,94	6,50	21,39	3,21	5,00	0,62	
4. Mangánsalak	1,50	13,31	0,07	29,46	6,00	14,25	1,90	0,20	0,30	
5. Rübelandi mész	0,46	—	—	2,59	0,62	52,45	0,78	0,50	0,03	
6. Förderstadi mész	0,93	—	—	6,10	2,34	47,09	1,59	0,12	1,03	
7. Bernburgi mész	0,96	—	—	7,37	2,26	47,36	1,37	1,00	0,08	
8. Epitzi mész	0,35	—	—	1,07	0,26	41,50	2,10	1,00	0,05	
9. Nienburgi mész	0,65	—	—	7,40	2,32	37,47	1,07	1,10	0,08	
10. Zwickaui koks hamuja	23,95	0,74	0,13	31,43	19,26	8,83	3,00	15,24	0,99	A koks hamutartalma 9,58%
11. Magdeburgi koks hamuja	19,18	0,62	0,23	30,71	18,11	14,47	5,06	16,60	0,79	A « « 8,50%
12. Lauchhammeri koks hamuja	22,87	0,72	0,09	19,02	4,51	22,07	3,79	5,50	1,01	A « « 11,95%
13. Lengyelországi koks hamuja	14,46	0,51	0,19	35,80	22,48	12,71	4,09	10,23— 15,0	0,91	A « « 10,50%

5. táblázat

»West« kohászati művek, Calbe (NDK)

Az olvasztási termékek elemzése

Nyersvas

Si %	Mn %	P %	S %	C %
3,11	0,78	0,68	0,045	3,51

Salak

Fe %	Mn %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	S %
0,65	0,51	38,77	9,68	45,94	3,17	1,02

Szállópor

Fe %	Mn %	P %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	S %	C %	
8,16	0,58	0,18	17,18	3,62	16,36	3,49	1,51	24,40	38,08

Torokgáz

CO ₂ %	O ₂ %	CO %	H ₂ %	CH ₄ %	Fűtőérték kcal/m ³
4,2	0,2	35,6	2,3	0,2	1060

6. táblázat

»West« kohászati művek, Calbe (NDK)

1 kg nyersvasra eső anyagfelhasználás és olvasztási termék

Anyagfelhasználás		Olvasztási termék	
Badelebeni érc	2,068 kg	Nyersvas	1 kg
Büchenbergi érc	0,812 «	Salak	2,667 kg
Rübelandi mész	1,279 «	($\frac{3}{4}$ rész szemcsés, $\frac{1}{4}$ rész lehúzott salak)	
Különféle adalékanyag (folyósító)	0,729 «	Szállópor	0,564 kg
Mangánsalak	0,051 «	Torokgáz	13,312 m ³
Barnaszénsalak	0,135 «		
Ócskavas	0,249 «		
Vegyes koks	2,159 «		
Lauchhammeri koks	0,381 «		
Fűvőlevegő	10,383 m ³		

az olvasztótorokba adagolására némelyik üzemben bevezetett szállítószalagos rendszer látszik célszerűnek.

A német elvtársak jelenleg magának az aggregátumnak, az alacsonyaknás kemencének teljesítőképességét igyekeznek növelni. Nem találják lehetségesnek azt, hogy a kemence hasznos munkaidejét növeljék, mert a fűvókák feltétlenül szükséges cserélése miatt a munkaidő amúgyis lényegesen megrövidül. Egyik elképzelésük a körkeresztmetszetű kemencére való áttérés, és az olvasztómedence közepén mesterséges holttér fenntartása. Véleményem szerint az ilyen holtteret nehéz lesz változatlan állapotában tartani, és célszerűbbnek látom a körkeresztmetszetű kemencére való áttérést, úgy, hogy a medence átmérője a hasznos szakasz hosszúságának kétszerese, vagyis, $1,8 \times 2 = 3,6$ m legyen. Ez első sorban könnyebben kivitelezhető, másodsorban pedig így nem keletkezik holttér. Ilyen rendszerű kemence termelése, 1,75–2,0 t kokszfogyasztással, több mint 100 t/24 óra lenne. További előny, hogy az ilyen kemence felszerelése rendkívül egyszerű, a munka az automatizálás és gépesítés következtében eredményesebb, és az olvasztó teljesítménye a korszerű nagyolvasztók teljesítményét viszonylagosan megközelíti.

Az alacsonyaknás kemencék beruházási költségei tehát, a termék egységére átszámítva, a szokásos nagyolvasztók beruházási költségeinél nagyobbak. Ennek egyik főoka, hogy gázkoksz vagy félkoksz gyártó kemencéket is kell építeni.

Az alacsonyaknás kemencék még sok szerkezeti javításra szorulnak; maga a kemencetípus, az adagolás, az olvasztótér stb. még mind tökéletesíthető. Megoldottnak tekinthetjük az öntödei nyersvas olvasztását gázkoksszal és nagy hőfokú barnaszén-koksszal. Az alacsonyaknás kemencék jobban beváltak öntészeti és más különleges nyersvas termelésére. A szén alkalmazása sem darabosan, sem brikett alakjában ércel vagy szálló porral, még nem vezetett kielégítő eredményre. A brikettel laboratóriumi feltételek között jó eredményeket értek el.

Irányelvek

Olyan országok számára, mint a Német Demokratikus Köztársaság, amelyek kohászati célokra alkalmas szénnel nem rendelkeznek, de már üzemben levő kokszolók vannak, a kérdésnek ilyen természetű megoldása, a gáz és a salak egyidejű felhasználásával, az egyetlen, gazdasági és stratégiai szempontból egyaránt célravezető módszer, amellyel az ország vasellátásáról gondoskodhatnak.

A Szovjetunió egyes vidékein nagy mennyiségű olcsó, a kohászat követelményeit ki nem elégítő, de félkoksz vagy gázkoksz előállítására alkalmas minőségű tüzelőanyag található. Az alacsonyaknás kemencés eljárás ezeken a vidéke-

ken a gyengébb tüzelőanyagok értékesítése céljából még a mai fejlődési fokán is alkalmazható kisebb mértékben (szem előtt tartva az áttérést a szénrel való üzemre). Az ipari méretekben folytatott kísérleteket egyelőre egyetlen kohászati üzemre kellene korlátozni.

Az alacsonyaknás kemencék ajánlhatók a 40—15 mm szemnagyságú rostált kokszt hasznosítására is a mi gyárainkban, különleges nyersvas előállítására.

Az alacsonyaknás kemencék működésével kapcsolatban fontos kérdés a fűvőlevegőnek oxigénnel való dúsítása. Biztosan állíthatom, hogy a folyamat ezzel erősen, még pedig a beadott oxigén mennyiségével egyenes arányban meggyorsul. Ha a fűvőlevegőbe mintegy 30% oxigént keverünk, a gáz fűtőértéke 1500 kalóriával növekedik. Az eljárás gazdaságossága természetesen elsősorban az oxigén költségeitől függ. A német elvtársak erről saját kísérleti kemencéjük segítségével meggyőződhetnek.

*

Befejezésül még egyszer rámutatok arra a körülményre, hogy a Német Demokratikus Köztársaságban ezt a nehézipar számára annyira fontos kérdést milyen rendkívüli gyorsasággal sikerült megoldani.

A saját célra felhasznált és másutt értékesített torokgáz hőmennyiségének megállapítására kiszámítjuk a termelés közben a fűvósél hevítésére, és a gáz tisztítására felhasznált hőmennyiséget. A számítások 1 t vas gyártására vonatkoznak.

A fűvőlevegő hevítése. A léghevítő hatásfokát 70%-nak, a fűvőlevegőnek a kemencébe vezetése közben bekövetkezett veszteségeket pedig 10%-nak véve, a fűvőlevegő melegítéséhez szükséges hőmennyiség:

szokásos kemencénél	2700 × 1,1 : 0,7 × 0,326 × 700 =	965 000 kal.
kisméretű «	3000 × 1,1 : 0,7 × 0,310 × 300 =	440 000 «
alacsonyaknás «	8000 × 1,1 : 0,7 × 0,326 × 700 =	2 870 000 «

A fűvőlevegő előállítása. A fűvőlevegő előállításához szükséges energiának megfelelő hőmennyiség megállapításánál 10% veszteséggel számolunk, 1 kilowattórát 4000 kalóriával egyenlőnek tekintünk, az 1000 m³ fűvósél előállításához szükséges energiamentiség az »Anhaltzahlen« adatai (63. old.) szerint vesszük.

A fűvőlevegő előállításához szükséges hőmennyiség:

szokásos kemencénél (nyomás 1,5 atm.)	2700 × 1,1 × 2650 : 60 × 4000 =	525 000 kal.
kisméretű « « 0,2 «	3000 × 1,1 × 60 : 60 × 4000 =	132 000 «
alacsonyaknás « « 0,2 «	8000 × 1,1 × 60 : 60 × 4000 =	342 000 «

Gáztisztítás. A gáz tisztításához szükséges energiát, beleértve a vízfelhasználást is, 1000 m³ gáznál 5 kWó-nak vesszük (»Anhaltzahlen« 72. old.):

szokásos kemencénél	$3,500 \times 5 \times 4000 =$	70 000 kal.
kisméretű «	$4,000 \times 5 \times 4000 =$	80 000 «
alacsonyaknás «	$10,000 \times 5 \times 4000 =$	200 000 «

Összes hőfelhasználás saját célra (az anyagok emeléséhez, a vízellátáshoz és más célra szükséges hőmennyiséget nem számítva)

szokásos kemencénél	$965\ 000 + 525\ 000 + 70\ 000 =$	1 560 000 kal.
kisméretű «	$440\ 000 + 132\ 000 + 80\ 000 =$	637 000 «
alacsonyaknás «	$2\ 870\ 000 + 342\ 000 + 200\ 000 =$	3 412 000 «

Az 1 t vasra eső, külön értékesített torokgáz hőmennyisége (figyelmen kívül hagytam a gázvesztéseket) :

szokásos kemencénél	$3\ 150\ 000 - 1\ 560\ 000 = 1\ 590\ 000$ kal., vagyis a gáz hőjének 50,5%-a, az összes hőmennyiség 23,7%-a ;
kisméretű «	$4\ 000\ 000 - 637\ 000 = 3\ 363\ 000$ kal., vagyis a gáz hőjének 84%-a és az összes hőmennyiség 40,5%-a ;
alacsonyaknás «	$11\ 000\ 000 - 3\ 412\ 000 = 7\ 588\ 000$ kal., vagyis a gáz hőjének 69%-a és az összes hőmennyiség 42%-a.

A külön értékesített torokgáz 1 t tüzelőanyagra számított hőmennyisége :

szokásos kemencénél	$1\ 590\ 000 : 0,9 = 1\ 770\ 000$ kal., vagyis 26,2%
kisméretű «	$3\ 363\ 000 : 1,15 = 2\ 920\ 000$ kal., vagyis 42%,
alacsonyaknás «	$7\ 588\ 000 : 2,65 = 2\ 860\ 000$ kal., vagyis 47%.

HAZAI ROSTNÖVÉNYEK

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
MŰSZAKI ÉS AGRÁRTUDOMÁNYOK OSZTÁLYA RENDEZÉSÉBEN
1954. NOVEMBERBEN TARTOTT ANKÉT ELŐADÁSAI

ELNÖKI MEGNYITÓ

SEDLMAYR KURT akadémikus

Országunk szocialista fejlődésének új szakasza parancsolóan követeli népünk több és jobb fogyasztási cikkel, így többek között textiliákkal való ellátását.

Ennek a követelménynek azonban iparunk csak úgy tehet eleget, ha mezőgazdaságunk több és jobb minőségű nyersanyaggal tudja ellátni. A párt és kormány határozata mezőgazdaságunk fejlesztéséről ezért külön fejezetben foglalkozik az ipari növények termesztésével. A felszabadulás után túlságosan szétapróztuk erőinket; elsősorban idegen növények ugrásszerű akklimatizálásától vártuk a gyors és túl könnyű megoldást ahelyett, hogy a régen bevált kender és len továbbnemesítésére és agrotechnikájuk javítására fordítottunk volna több munkát, pénzt és gondot.

Pedig minden előfeltételünk megvan arra, hogy Magyarországon sok és jó minőségű kender- és lenkórót termeljünk, ma inkább mint valaha, mert

1. tervgazdálkodásunk megengedi, hogy kender- és lentermelés céljára a legjobb és legalkalmasabb földet és tájat válasszuk, szocialista nagyüzemekben pedig a vetésforgó legmegfelelőbb helyén helyezzük el ezeket a növényeket. A füves vetésforgó bevezetése különösen a lentermelés részére nyújt új lehetőséget, mert ismert tény, hogy a legnagyobb és legbiztosabb terméseket, a legjobb minőségű kórót herefüves után kaphatunk.
2. A hazai növénynemesítés tervszerű megindítása, korszerű módszerek alkalmazása új, hazai kender- és lenfajták nemesítését teszi lehetővé. Kendernél a heterózisnemesítés alkalmazása az eddiginél máris lényegesen életrevalóbb, bőtermőbb heterózisfajták előállításához vezetett. Új lenhibridjeinktől várjuk a betegségekkel szemben ellenálló magyar rostlenfajtákat.
3. Míg a múltban teljesen a külföldi kender- és rostlenvetőmag behozataltól függtünk — ami nemcsak drága valutába került, hanem állandó bizonytalanságot is jelentett —, ma már hazai ellenőrzött vetőmagból fedezzük rostlen vetőmagszükségletünket; A jövő évtől kezdve remélhetőleg a kendernél is újból hazai vetőmagból fedezzük szükségletünket és megkezdhetjük a külföldön különösen keresett kender vetőmag exportját.

4. A talajerőgazdálkodás tudományos alapjait Kreybig akadémikus, Kemenessy, Manningér és más kiváló magyar talajtani és mezőgazdasági szakember világosan és egyértelműen lefektette és így kezünkben van a nagyobb és jobb minőségű termések elérésének tudományos kulcsa.
5. Ennek alapja azonban éppen a rosnövényeknél a mezőgazdaság gépesítése. Míg a múltban a kender aratása, a len nyűvése és gubózása rengeteg munkát igényelt és mind az állami gazdaságot, mind a kisgazdákat elriasztotta a kender- és lentermeléstől, ma már új kenderarató, kendermag cséplő, lennyűvőgépek állnak rendelkezésre, amelyek lehetővé teszik a rostkenderrel és lennel kapcsolatos sok és terhes kézimunka mechanizálását.
6. Nagy jelentőségű a gépesítés a növényvédelem terén is. Az új kontaktmérges és porozógépek alkalmazása végleg felszámolta a kender- és lentermelés egyik legveszedelmesebb ellenségét, a földi bolhát, mellyel a múltban nem tudtunk megbirkózni és amely évről-évre veszélyeztette kender- és lenvetéseinket. Az új szelektív gyomirtószerek lehetővé teszik majd a lenben levő gyomok vegyi irtását és ezzel a lentermelés legterhesebb, legtöbb kézimunkát igénylő műveletét, a kézi gyomlálást feleslegessé teszik.

Lefektettük tehát a nagyüzemi kender- és rostlentermelés tudományos alapjait és ma elmondhatjuk — sokkal inkább, mint még néhány évvel ezelőtt —, hogy a kender- és lentermelés Magyarországon világviszonylatban is felveheti a versenyt a külföldi rosnövényekkel.

Ez korántsem jelenti azonban azt, hogy nincsenek már tudományos problémáink ezen a téren: ellenkezőleg, számos kérdés vár alapos feldolgozásra és megvitatásra a nemesítés, vetőmagtermelés, agrotechnika, növényvédelem gépesítés, szervezés, az elsődleges feldolgozás, minőségi vizsgálati módszerek is technológia terén egyaránt. Biztosan remélem, hogy ankétunk közelebb viszi a kérdéseket a megoldáshoz. Bátran megmutatja a hibákat és tennivalókat és így az MTA műszaki és agrártudományok osztályának szoros együttműködése meghozta a várt eredményt. — (Ezzel az ülést megnyitom.)

KENDERTERMESZTÉSÜNK

MOHÁCSI TIVADAR

Kenderiparunk nyersanyagszükségletének legnagyobb részét belföldi termesztésű nyersanyag képezi. A magyar kender rostja minőségben közvetlenül az olasz kenderrost után következik. A mezőhegyesi kender rostja elismerten elsőrendű.

Felszabadulás után rostkikészítő és feldolgozó gyáraink sokat fejlődtek. Az addig sokszor nagyon is külterjes viszonyok között működött üzemeket nagy beruházásokkal modernizálták, bővítették. A fejlődés egyúttal arra is irányult, hogy rostkikészítő üzeink nyersanyagbázisa új rosnövények meghonosítása által kiszélesedjen.

Az új rosnövények közül a legkönnyebben meghonosíthatónak, köztermesztésünkbe legkönnyebben bevonhatónak a kenaf (*Hibiscus cannabinus*) látszott. Ennek a növénynek rostja jó és könnyen kinyerhető, termesztése azért is célszerűnek látszott, mert olyan tápanyagban szegény homoktalajokon is jól fejlődik, ahol a már eddig is termesztett rosnövényeink : a kender és a len kielégítő termést nem adtak. Annak ellenére, hogy néhány évvel ezelőtt a kenaffal bevetett területek több száz holdra emelkedtek, a rostkikészítő iparnak nem sikerült a nagyobb mennyiséget feldolgozni.

A kenaf a forró és a meleg égvő növénye. Erre mutat kereskedelmi neve : jávajuta, vagy gambókender is. A Nagy Októberi Szocialista Forradalom után a Szovjetunió déli részén is kezdték termesztetni és termőterülete rövid pár év alatt 100 000 ha fölé emelkedett.

Hazánkban, mint melegégvő növény, aránylag későn : április második felében vethető. Kezdeti növekedése nagyon lassú. Kb. 3 hónap szükséges ahhoz, hogy a 1 m-es magasságot elérje. Ez alatt az idő alatt többször meg kell kapálni, hogy a gyomok el ne nyomják. Ez természetesen megdrágítja termesztését. Az egyméteres magasság elérése után növekedése rohamos lesz és augusztus végére a 3 m-es magasságot gyakran eléri, sőt meg is haladja.

A kendernél, egy hónappal későbbben, vagyis szeptember első felében aratható. A levágott szár nagyon nehezen szárad ki, nyirkos, nedves állapotban pedig könnyen megtámadják a különböző gombabetegségek : a szürke penész, a fekete penész, melyek a kórót annyira tönkre teszik, hogy ipari célra

teljesen alkalmatlan, teljesen értéktelen lesz. Különösen gyorsan támadják meg a kórót a betegségek, ha az levágott állapotban megázik.

Nem sikerült a másik melegégyövi növénynek: a raminak (*Boehmeria nivea*, vagy *B. utilis*) a meghonosítása sem. A rami a csalánnal rokon növény és hazájában 12 évig, sőt tovább is díszlik. Ott évenként 3—5 ízben is aratható. Hazánkban legfeljebb évenként kétszeri aratásra lehetett volna számítani a telepítéstől számított 2 év után. Hazánkban a növény áttelepítése teljesen bizonytalan. A legutóbbi szigorú télen a 3 éves telepítés utolsó tölg kipusztult.

Nem sikerült a rostipar nyersanyagbázisát kiszélesíteni egyéb, hazánkban gyakran előforduló gyom- vagy dísnövények rostjaival sem. Ezek közül első-sorban az *Asclepias syriaca*-ról kell megemlékezni. Mint nehezen irtható gyomnövény, hazánk gyenge termőerejű homoktalajain sok helyen előfordul.

Ennek a gyakran bokorszerűen előforduló növénynek 70—120 cm hosszú száraiban található a háncsrostok. Ha a növény levelét, vagy szárát megsértjük, abból sűrű, tejszerű nedv csurog ki. Ez a sűrű nedv a szár kiszáradásakor besűrűsödik és a háncsrostokat oly erősen ragasztja a szár többi szövetéhez, hogy azoktól az eddig ismert rostfeltárási módszerekkel el nem különíthető. A fagyok hatására ez a ragasztóanyag megsemmisül. Eddig az időpontig azonban a rostok annyira előregednek, hogy önmagukban felfonásra alkalmatlanná válnak.

Ennek a növénynek, mint méhlegelőnek lehet jelentősége, mint rostnövénynek azonban nem. Külön probléma a magszálaknak hasznosítása kapokpótló anyagként, amely jelenleg kísérleti stádiumban van.

Kísérletek folynak egy élő növény: a *Yucca filamentosa* levélorostjainak hasznosítására is. A rostkinyerés problémája többé-kevésbé megoldódott. Költségszámítások, valamint a feldolgozó ipar szakvéleménye lesz majd döntő abban a tekintetben, hogy érdemes-e ezzel a növényvel tovább foglalkozni.

Az eddigi tapasztalatok vitathatatlanul teszik, hogy a hazai rostkikészítő és feldolgozó gyáriparunknak a legfontosabb, legnagyobb tömeget adó nyersanyagait a kender (*Cannabis sativa*) és a len (*Linum usitatissimum*). Hazánk természeti adottságai itt is a kendert helyezik az első helyre.

Kendertermesztéssel hazánk területén évszázadok óta foglalkoznak. Régebben háziipari célokra kisebb területeken termesztették. A 900-as évek elején a kendertermelés nagy lendületet kapott az akkor alapított nagyüzemek megindulásával így a két világháború közötti időben a rostkenderrel bevetett terület 10—25 ezer kat. hold között ingadozott.

Kendermagtermesztésünk 1935-ig nem volt jelentős. A rostkendertermesztéshez szükséges vetőmag túlnyomó részét évről évre Olaszországból, kisebb részét Törökországból hoztuk be. A termelők az eredeti olasz kendervetőmagot kedvelték, mert az nagy tömegű, jó minőségű, augusztus első felében learatható kórótermést adott. A törökországi, vagy kisázsiai kendermag rendszerint nagyobb rostkórótermést ad, mint az olasz kendermag, e kóró azonban 14—18 nappal később aratható és rostja durva.

1935 előtt az olasz kendermagnak túlnyomó részéből rostkenderkórót termesztettek, kendermagtermesztésre csupán kevés olasz kendermagot használtak fel. Az ilyen termesztésű kendermagból annál kisebb rostkenderkórótermést kaptak, mennél több éven át termesztették abból Magyarországon vetőmagot. Ezért a termelők az eredeti olasz kendervetőmaghoz ragaszkodtak. A kisebb mennyiségben behozott kisázsiai (török) kendermagból nálunk kendermagot nem termesztettek, csupán rostkendert, mert hosszabb tenyészideje miatt a magtermés az őszi esőzések előtt nem minden évben volt betakarítható.

Mezőgazdasági szakembereink egy része már ebben az időben arra törekedett, hogy hazai viszonyainknak megfelelő jó minőségű és nagy termést adó kenderfajta előállítására által hazai rostkendertermesztésünket a külföldi kendervetőmag behozataltól függetlenítsse. Ezek közül elsőnek Fleischmann Rudolfot kell megemlíteni. Az általa előállított »F« kender már a harmincas évek elején kiváló minőségű volt.

Fleischmann Rudolfal együtt meg kell emlékeznünk Havas Gézáról és Tölgyessy Károlyról, a »Daruszigeti« kenderfajta előállítóiról.

Az a körülmény, hogy a 30-as években nem volt lehetőség ilyen kendermag behozatalára, nagyobb lendületet adott a magyar kendernemesítésnek és kendermagtermesztésnek. A harmincas évek második felében állította elő Eszterházi Udvaros Károly az »Eszterházi« kendert. Ugyanakkor alakult ki a szegedi Kender-, Len és Olajnövénytermesztési Kísérleti Intézet közreműködésével a szatmármegyei Tiborszálláson a »Tiborszállási« kenderfajta. A negyvenes évek elején Magyarországnak már kendermagkivitele is volt.

A 2. világháború következtében 1944. évi kendermagtermésünk legnagyobb része megsemmisült. Aránylag a legnagyobb kendermagmennyiség a »Tiborszállási« fajtából maradt meg.

1946 év kendertermesztéséhez jelentékeny mennyiségű kendervetőmagot kellett behoznunk. Ezeknek a kendervetőmagoknak a minősége és termesztési értéke nagyon különböző volt. Kendermagtermesztésünk biztosabb alapokra fektetésének elsőrendű feltétele, hogy az ország rostkendervetőmagszükségletét ismert tulajdonságú kenderfajtákból belföldön termesszük meg. Ennek érdekében a szegedi Kender-, Len- és Olajnövénytermesztési Kísérleti Intézet, együttműködve a Magtermeltető és Vetőmagellátó Vállalattal, a szerződéses magkendertermesztést az országnak erre a célra legalkalmasabb részeire és talajaira irányította. Ennek a tervszerű irányításnak eredményeként a kat. holdankénti kendermag átlagtermések a következőképpen alakultak:

1946. évben	167,—	kg
1947. «	253,—	«
1948. «	454,—	«
1949. «	502,—	«

Az 1949. évi nagy termésátlaggal nem csupán az ország kendervetőmagszükségletét sikerült megtermelni, hanem több mint 100 vagon kendermag-

kivitelünk is volt. Kendervetőmagexportunk főleg a hazánktól északra fekvő államokba (Csehország, Lengyelország, Szovjetunió) irányult.

1949. évben megszűnt a Kender-, Len- és Olajnövénytermesztési Kísérleti Intézet, átszervezték a Magtermeltető és Vetőmagellátó Vállalatot. Ezeknek, valamint egyéb körülményeknek következményeként a kendermagátlagtermések csökkenni kezdtek.

1950. évben	300,— kg
1951. évben	340,— «
1952. «	150,— «
1953. « pedig	160,— « volt az átlagtermés.

Az alacsony átlagtermések folyamányaként az 1953. évi és az 1954. évi rostkendervetőterülethez szükséges vetőmagmennyiség jelentős részét ismét külföldről kellett behozni.

A szegedi Mezőgazdasági Kísérleti Intézet gazdaságában közel két évtizeden át minden évben ún. ellenőrző vetéseket végzünk a termelők részére kiadott fémzárolt kendervetőmagtételből. 1953. évben kereken 400 vetőmagtétel került kiosztásra, tehát 400 ellenőrző parcellát vetettünk el. E 400 tételben 9 fajta szerepelt: 3 belföldi fajta (73 »Tiborszállási«, 5 »Fertődi«, és 4 »Kompolti« tétel,) 3 török fajta (52 »Hacikoy«, 22 »Unye«, és 8 »Fatsa«, tétel), továbbá néhány év előtt behozott olasz magnak ismeretlen magyar utántermése (67 tétel,) Kínából behozott kender (128 tétel) és Libanonból behozott kender (18 tétel).

Ha a kilenc kenderfajta közül a »Tiborszállási« fajtának lelombozott átlagos kórótermését 100-nak vesszük, akkor a török Unye 110.15, a török Fatsa 107.79, a kínai 103.3, az »F« 100.93, a török Hacikoy 99.76, az olasz utántermés 95.75, a »Fertődi« 87.36, a libanoni 85.95.

A rostipar lehetővé tette, hogy 1953. évi kísérletünk kórótermését a Dél-magyarországi Rostkikészítő újszegedi gyárában kiáztathassuk és kikészíthessük. Ennek következtében az 1953. évben termesztett kenderfajták gyártási értékei is megállapíthatók lettek.

Rostszázalék tekintetében magasan kiemelkedik a »Fertődi« 22.16% rosttartalommal. A »Fertődi«-t kivető sorrend 2. »F« 19.65%, 3. olasz u. t. 19.36%, 4. libanoni 19.33%, 5. a »Tiborszállási« 19.24%, 6. A Hacikoy 18.51%, 7. a Fatsa 18.39%, 8. a kínai 18.29%, végül 9. az Unye 17.65% összes rosttartalommal.

A területegységről származó összes rosttermés sorrendje : 1. »F«, 2. Unye, 3. »Fertődi«, 4—5. »Tiborszállási és Fatsa«, 6. kínai, 7. az olasz utántermés, 8. Hacikoy, 9. libanoni.

Szál és kóc arány tekintetében a legjobb a »F« 75.0 : 25.0 aránnyal. Szorosan felzárkózik hozzá a »Fertődi« 74.1 : 25.9 rostaránnyal. Ezután következő sorrend : Hacikoy 73.4 : 26.6, az olasz utántermés 71.8 : 28.2, a »Tiborszállási

68.4 : 31.6, Unye 67.1 : 32.9, libanoni 65.8 : 34.2 és végül a kínai 59.7 : 40.3 aránnyal.

A kínai kender rossz szál : kóc aránya arra vezethető vissza, hogy a kísérletből származó összes kenderkórótermést arányos ideig áztattuk. Későbbi kísérletek folyamán azonban kiderült, hogy a kínai kenderkóró áztatásához hosszabb időtartam szükséges.

Hazai kenderfonógyarak az utóbbi években egyre gyakrabban kifogásolták a hazai kenderrost minőségét. Minthogy első ízben 1953. évben nyílt alkalmunk kísérleteinkből származó kórótermés gyárüzemben feldolgozására, szükségesnek tartottam azok fonodai minősítésének elvégzését is. Kérésemre dr. Tömörkény László, a Szegedi Kenderfonógyár műszaki vezetője vállalta a fonodai minősítést és a vizsgálatokat az általa szerkesztett dinamikus rostkötegszakítógéppel elvégezte. Közlése szerint a különböző fajták szakítóhossza a következő:

1. Kínai	21,38 km
2. Olasz utántermés.....	21,24 «
3. Hacikoy	20,60 «
4. »Fertődi«.....	19,46 «
5. Unye	18,96 «
6. Libanoni	18,20 «
7. »F«	17,50 «
8. Fatsa	17,20 «
9. Tiborszállási	12,76 «

Minthogy a legutóbbi években főként a »Tiborszállási« kenderfajtát termesztettük, a fonógyarak által a magyar kenderek rostjának szilárdsága dr. Tömörkényi kartárs vizsgálatai szerint is — sajnos — joggal kifogásolhatók.

Kenderkikészítő gyáraink a múltban is különbséget tettek a beszállított kenderkóró tételek között aszerint, hogy az lápi, vagy ásványi talajon termett-e. A nitrogénben gazdag, laza szerkezetű lép-talajokon nagytömegű kórók teremnek, azok aránylag gyorsan kiáznak, rostjuk azonban durva és kis szakítószilárdságú. A legjobb minőségű rostokat a mélyrétegű, tápanyagban gazdag, ásványi eredetű talajokon termelt kenderkórók tartalmazzák.

Más növényeknél is megfigyelték, hogy a környezet (talaj, éghajlat, stb.) a növényeket megváltoztatja, a növényekre átalakító hatású. Így saját tapasztalatom, de a szakirodalom szerint is a kender egyike azoknak a növényeknek, mely megváltozott környezet behatásaira nagyon érzékenyen reagál. A jó minőségű olasz kenderből negatív szelekcióval kitenyésztett »Tiborszállási« fajtát közel húsz éven át állandóan lápi talajon termesztik. Feltételezhető tehát, hogy a huzamos ideig tartó lápi termesztés okozta a »Tiborszállási« kender szakítószilárdságának romlását.

Ennek a feltételezésemnek bizonyítására 1950. évben kísérletsorozatot kezdtem el.

1950. évben megállapodtam egy tiborszállási dolgozó paraszttal, Talabos Mihállyal, aki a földreform során lápi, kotus területet kapott, hogy kotus föld-

jének egy részén minden évben kendermagot fog termeszteni. Vetőmagként pedig minden évben az előző évi kendermagtermésének egy részét fogja használni, vagyis kendermagot nem cserél. Ezt Talabos Mihály szívesen vállalta, hiszen ezen a kotus talajon majd minden évben 6—9 q-s kat. holdankénti kendermagtermést ért el. Abból a vetőmagkészletéből, melyből 1950. évben ő is vetett és amely 1949. évi termésű volt, bizonyos mennyiséget megvásároltam és azt Szüllő Ferencnek, a bányai kísérleti gazdaság igazgatójának segítségével Mezőhegyesen, tehát rostkendertermesztésre nagyon alkalmas talajon használtuk fel kendermagtermesztésre. Mezőhegyesen a termesztésnél külön gondot fordítottunk arra, hogy ez a magkenderparcella az állami gazdaság rost- és kendermagtermesztő tábláitól izolálva legyen, hogy azok virágporával ne kereszteződhesen. A Mezőhegyesen termelt kendermagmennyiség egy részét a következő években ismét Mezőhegyesen használtam fel kendermagtermesztésre.

1953. évben a Tiborszálláson is és Mezőhegyesen is 3 éven át utántermesztett »Tiborszállási« kendermagból Szegeden rostkendertermesztési kísérletet állítottam be. A terméseredmények szépen egyező eredményeket adtak, tehát a kísérlet következtetésre alkalmas. Ebből a kísérletből származó kórótermést is kiáztattuk, megtörtük és tilottuk a Délmagyarországi Rostkikészítő újszegedi gyárában, a rosterősségvizsgálatot pedig dr. Tömörkényi László volt szíves dinamikus rostkötegszakító gépén elvégezni.

Ezeknek a vizsgálatoknak eredményeként a következőket állapíthatjuk meg.

1. Az állandóan Tiborszálláson termesztett mag után 7%-kal nagyobb lelombozott kórótermést kaptunk, mint az ugyanazon eredetű, de három évig Mezőhegyesen termesztett magból. Ez teljesen megegyezik azzal a régi tapasztalatunkkal, hogy a »Tiborszállási fajtának kórótermés nagysága a termelés folyamán semmit, vagy csupán keveset változik.

2. Ugyanannyi ideig áztatva kórót, az állandóan lápi talajon termesztett magból származó kóró könnyebben feldolgozható, jobb szál : kóc arányt, több rostot adott.

3. Az állandóan Tiborszálláson termesztett magból származó kóró rostjának a szakítószilárdsága 14,5 km, a három éven át Mezőhegyesen termesztett magból származó kóró rostjéé pedig 15,7 km, vagyis nagyobb. A kender rostjának szakítószilárdságát már kedvezően befolyásolta, ha három évig nem lápi, hanem ásványi talajon termesztettük a kendermagot. Érdekes eredményekre vezethetnek az ily irányú kísérletek nem három, hanem több éven át.

A magyar kenderrost minőségének megjavítása egyik legközelebbi feladatunk. E minőségjavításnak elsősorban a rostok szakítószilárdságának növekedésében kell megnyilvánulnia.

Feladatunk a kendertermesztés terén tehát kettős: 1. hazai termésű kendermaggal biztosítani kell az ország rost- és magkendervetőmagszükségletét, 2. egyidejűleg növelni kell a rostok szakítószilárdságát.

A kendermagtermés növelése érdekében nem mondhatunk le a lápi talajokon történő kendermagtermesztésről, mert a lápon kat. holdanként kétszer-háromszor annyi (6–9 q) kendermag terem, mint az ásványi eredetű talajokon. A lápi talajokon huzamos ideig (pl. a »Tiborszállási« fajta esetén kb. két évtizedig) történő termesztés viszont lerontja a rostok szakítószilárdságát. Hogy a lápi talajok rosterősségét kedvezőtlenül befolyásoló hatása ne érvényesülhessen, *a lápi kendermagtermesztéshez szükséges kendermagot állandóan cserélni kell.* A lápi kendermagtermesztéshez szükséges, nagy kórótermést adó, nagy szakítószilárdságú rostot tartalmazó kenderfajtát rosttermesztésre alkalmas talajon kell előállítani és az ilyen talajokon elérhető kisebb magtermés ellenére a lápi kendermagtermesztéshez szükséges néhány (4–8) vagon kendermagot rostkendertermesztésre alkalmas talajon kell megtermeszteni. Ezt a kendermagot egy, legfeljebb két évig szabad lápon gyorsan szaporítani és az így termesztett kendermagot rostkenderkóró termesztésre kell felhasználni. Ebben az esetben nagy tömegű, jó szakítószilárdságú rostot tartalmazó kendert fogunk ismét termesztetni.

Ily szervezéssel, évenként végrehajtott vetőmagcserével lápi eredetű talajainkat felhasználhatjuk kendermagtermesztésre. A lápi talajok nagy kendermagtermésátlagai segítségével ismét elérhetjük az 1949. évi 500 kg-ot meghaladó kat. holdankénti termésátlagokat. Az 1954. évi termésátlag Szabolcs-Szatmár megyében máris meghaladja a 400 kg-ot. A nagy termésátlag növeli dolgozó parasztágunk kendermagtermesztési készségét. Ezáltal nemcsak hazánk 250–300 vagonos kendervetőmagszükségletét fogjuk megtermeszteni, hanem exportálhatunk is jelentős mennyiségeket, átvehetjük Olaszország kendermag-exportáló szerepét, főleg a hazánktól északra terülő országok felé.

A nagy kenderkóróátlagtermés egyaránt érdeke a mezőgazdaságnak és a feldolgozó iparnak. A nagy termésátlagok a termelőnek nagyobb jövedelmet adnak, a gyáriparnak pedig az egész évi üzemeltetéshez szükséges nyersanyagot biztosítják.

A nagy kenderkóróterméseket 1. megfelelő bőtermő fajtáknak, 2. kendertermesztésre legalkalmasabb országrészekben és talajon, 3. a korszerű agrotechnika felhasználásával érhetünk el.

A megfelelő fajták előállítása a növénynemesítők feladata. A kenderfajta iránt más a termelő, más a kikészítő, illetve a feldolgozó üzem kívánsága. A termelő a magasra megnövő, nagy kórótermést adó fajtát kedveli, a kikészítőgyár könnyen, rövid idő alatt kiázó, fás résztől könnyen elválasztható, sok rosttartalmú, jó szál: kóc arányú fajtát kíván előállítani, a fonószakemberek pedig a nagy szakítószilárdságú, jól osztható, vékony rostokat tartja a legtöbbre. E sok kívánalomnak egy fajtában egyesítése a nemesítőket komoly feladat elé állítja. Nemesítőink máris szép eredményeket mutatnak fel. Beke Ferenc tud. kutató kartársunk a »Fertői« fajtában a nagy rosttartalmat és a jó szakítószilárdságot egyesítette. Bacsó Iván tud. kutató kartársunk heteróziskenderével a kóró-

termés nagyságát 20—25%-kal növelte. Jakobey István tud. munkatársunk háncsrostkiértékelési eljárása pedig értékes segítség a kendernemesítőknek.

1953. évben kilenc kenderfajtát termesztünk. Ezek feldolgozása során szerzett tapasztalatok azt mutatják, hogy a különböző fajtájú kenderek gyári feldolgozás folyamán egymástól komoly mértékben eltérő technológiát igényelhetnek. Ezért a gyáripár szempontjából hátrányos a sok kenderfajta egyidejű termesztése. A gyáripárnak az az érdeke, hogy lehetőleg egységes kikészítési technológiát igénylő nyersanyagot kapjon. Nemesítőinknek ezért kevés számú, lehetőleg azonos kikészítésű technológiát igénylő kenderfajta előállítására kell törekedniük. Legelőnyösebb az lenne, ha egy-egy országrészen, esetleg egy gyár körzetén belül, egyfajta kenderkórót természetesenek.

A nagy kenderkórótermések elérésére vezető egyik lehetőség a tájtermesztés helyes és következetes megvalósítása. Az országnak majdnem minden részében, minden megyéjében találunk kendertermesztésre alkalmas talajokat. A rostkendertermesztésre legalkalmasabb, mélyrétegű középkötött vályogtalajokon azonban legtöbb kultúrnövényünk jól fejlődik, nagy terméseket ad, ezért azok jövedelmezőbb termesztése gyakran háttérbe szorítja a kendertermesztést. Hazánk rostkendertermesztésre legalkalmasabb része a Kőrösök, a Tisza és a délkeleti országhatár által körülzárt területének, valamint Tolna és Baranya megyéknek jó táperőben levő mélyrétegű, középkötött vályog és vályogos agyag talajai. Ha ezeken az országrészeken a termelők nagyobb jövedelmet érnének el kendertermesztéssel, mint más növények termesztése által, a kendertermesztés ott lényegesen nagyobb területekre terjedne ki. Ez esetben nem kellene a kendertermesztést e célra kevésbé alkalmas területeken is erőltetni és azok gyenge termése az országos kóróátlagtermést nem rontaná.

Kendermagtermésünk hazánk nitrogénban gazdag lápi eredetű talajaira, valamint a Duna- és Dráva-mente hordaléktalajaira kell koncentrálnunk. Ezeken a talajokon ugyanis kevésbé értékes rostkender terem, kendermagból pedig nagy terméseket lehet elérni. Ilyen talajok Szatmár-Szabolcsban az Ecsedi láp, Hajdú-Biharban a Sárrét, Tolnában a Sárköz, a Kalocsakörnyéki tőzegtalajok, Balaton mellett Nagyberek.

Amíg a magkendertáblák gépi betakarítása megoldva nincsen, kendermagtermő területek nagyságának határt szab a betakarítás időtartama. Nem érdemes, sőt káros olyan nagy táblákon kendermagot termesztetni, mely táblák idejében történő, pergés nélküli learatása munkaerővel nincs biztosítva.

A nagy rostkenderkóró és kendermagtermések elérésének nagyon fontos előfeltétele a korszerű agrotechnikai eljárások helyes alkalmazása is. Ennek fontossága felér a fajtakérdés jelentőségével.

E ennek ellenére, hogy az istállótrágyázásnak a kendertermés mennyiségére gyakorolt hatása közismert, a kendernek mégis aránylag kis százaléka kerül frissen istállótrágyázott talajba. Az sem közömbös, hogy milyen minőségű istállótrágyát milyen mennyiségben és mikor adjuk a kender alá. A kender

főként a szakszerűen kezelt, érett, de nem túlrettet istállótrágyát hálálja meg, ha azt még az őszi folyamán, lehetőleg kora ősszel egyenletesen szétterítve azonnal alá szántjuk. A kat. holdankénti mennyiség legalább 150, de 200 q is lehet. Az istállótrágyának a kender fejlődésére gyakorolt hatását szembetűnően bizonyítja az, hogy ha az istállótrágyát csupán pár napig kupacokba tároljuk a földön szétteregetés előtt, az ily kupacok helye az egész tenyészidő folyamán megállapítható, mert ott a kender magasabbra nőtt, a színe sötétebb zöld, bujábban fejlődik.

Egyoldalúan kihasznált talajokon a műtrágyáknak is termésfokozó a hatása.

Nagyon erősen reagál a kender a végzett talajmunkákra is. Egyenlőtlenül, rosszul megszántott talajokon egyenlőtlenül, rosszul fejlődik. Elengedhetetlen előfeltétele a jó kendertermesztésnek, hogy az őszi mélyszántást idejében, szakszerűen elvégezzük.

A kender aránylag későn kerül elvetésre. A vetésig a talajt kezelni kell, hogy ki ne száradjon, el ne gyomosodjon. Vetésig a talaj felületét porhanyós állapotban, gyommentesen kell tartani.

A kenderkórótermés nagyságát nagyon befolyásolja a vetés ideje. Mivel a mezőgazdaságban az egyes munkálatok elvégzése nagyon függ az időjárás alakulásától, valamint a talaj természetétől, ezekre az egyes munkálatok elvégzésére csak általános időpontok ajánlhatók.

1953. évben kender *vetésidőkísérletet* végeztünk. A korai, ápr. elejei vetést lehetlenné tette a hó elején három nap alatt lezuhogó 50 mm-es eső. Így kísérleteinket csupán ápr. 24-én és május 7-én vetettük el. Az április 24-i vetés 47,5%-kal nagyobb kórótermést adott, mint a május 7-i vetés. A gyári feldolgozáskor a korábbi vetés kedvezőbb szál: kóc arányt eredményezett. Ily irányú folyó évi kísérletünk most van felfolgozás alatt

1953-as év eredményei alapján nem lehet végérvényes következtetést levonni. Ezért vetésidőkísérletünket pár évig még folytatni fogjuk. 1953. évi kísérleteink alapján azonban rámutathatunk arra, hogy a kender vetését lehetőleg áprilisban kell befejezni, a májusi vetés kisebb termést ad. Az is valószínű, hogy az április elejei vetés még megfelelőbb.

A hazai fonodáknak, részben a lenrost pótlására, vékonyabb, finomabb rostokra is szükségük van. Felmerült a gondolat annak, hogy sűrűbb vetés esetén a kender rostja nem lesz-e finomabb.

Hazai viszonyaink között a jó vetőmag követelményeinek megfelelő vetőmagból kat. holdanként 40 kg-ot szokás vetni. 1953. évben a *vetőmagmennyiség és a rostfinomság* összefüggéseinek tanulmányozására *vetőmagmennyiségi kísérletet* állítottunk be kat. holdanként számított 35 kg, 40 kg, 60 kg, 80 kg sorban és 40 kg + 40 kg keresztsoros vetéssel. Kísérletünk szerint a vetőmagmennyiség a kóróvastagságot ugyan befolyásolta, a termésmagyságot, valamint a rostfinomságot azonban nem. Tömörkény László által végzett rostszilárdsági

vizsgálatok pedig azt mutatták, hogy a növekvő magmennyiséggel a rostok erőssége csökken. Sűrűbben vetett kender gyengébb rostú.

A rostok finomságára az aratási időnek nagy a hatása. A megkésve aratott rostkendernek, valamint a magkenderkórónak durva a rostja. Jakobey István, a Szegedi Mezőgazdasági Kísérleti Intézet tud. munkatársának vizsgálta a különböző időpontokban learatott kender rostjának minőségét. Vizsgálatai azt mutatták, hogy a korábban learatott kendernek ugyan finomabb, de egyúttal gyengébb is a rostja. Ezenkívül a korán learatott kenderkórónak kisebb a tömege is. A legnagyobb tömegű, legjobb minőségű rostok a himkender virágzási idejében learatott kóró adja.

A legutóbbi évekig hazánkban kendernek rovarkártevője csupán egy volt : a kenderbolha. Az utóbbi két-három évben azonban egyre nagyobb mértékben támadja meg kendervetéseinket egy moly, melynek hernyója a kenderkóróban él, ott is bábozódik be. Ahol a hernyó a szárba behatol, kerek lyuk látható. Az ily megtámadott kóró a hernyó behatolásának helyén gyakran eltörik. Nagyobb molykár esetén a kendertábla szomorú képet mutat, olyan, mintha le lenne tördelve. A Növényvédelmi Kutató Intézet véleménye szerint a kártevő egy kétnemzedékes kukoricamoly. Minthogy a molynak kártétele az utóbbi két évben szembetűnően megnagyobbodott, az ellene védekezés módszereit minél előbb meg kell ismernünk.

Kendertermesztésünk legnehezebb, legköltségesebb munkája az aratás. Ennek gépesítése olcsóbbá tenné a termesztést és növelné a kendertermesztés iránti készséget. A már eddig is használt, átalakított gépek nagy segítségére voltak a termelőknek. Célszerű volna azonban oly kenderaratógép megszerkesztése, mely nem csupán levágja, hanem kuszálódás nélkül a tarlóra sorjában lefektetné a kórókat. Próbaüzemeltetéskor nagyon jól működött az 1954. évi őszi mezőgazdasági kiállításon bemutatott, Szovjetunióból behozott kenderaratógép. Legalább 50 db. beszerzésére van szükség 1955. évre.

A kenderkórók minőségét és a belőlük nyert gyártmányok mennyiségét és minőségét lényegesen befolyásolja a learatott kóró kezelése. Ennek gondos, szakszerű keresztülvitele érdekében alakultak ki a kenderkóró átvételi szabványok, melynek a helyesen kezelt kóróért nagyobb átvételi árat biztosítanak.

Kormányzatunk a kendertermesztésre egyre nagyobb figyelmet fordít. Számos intézkedése, amilyenek az újonnan rendelkezett kóróbeváltási árak, önkéntes alapon termesztés, textilutalványok, beszolgáltatási könnyítések, stb. a kendertermesztés fellendítését célozzák. Ezek az intézkedések az egész nép gazdaságra abban az esetben fogják a legnagyobb eredményt elérni, ha nem-csupán egy-egy szektor, a termelő, a kikészítő, vagy a fonó, illetve szövőipar szempontját tartják szem előtt. A kenderprobléma komplex probléma, a téma eredményes megoldáshoz az összes érdekelt szervezetnek össze kell fogni. Ily irányú kezdeményezések a közelmúltban : a kat. holdankénti 40 q-a kenderkóró mozgalom, valamint a Textilipari Műszaki Konferencián elhangzott javaslatok.

Ezeket az értékes kezdeményezéseket együttműködéssel kell folytatni. A kendertermesztésben és kikészítésben, valamint feldolgozásban résztvevő összes szerven együttműködése nagy mértékben fogja előre vinni a kendertermesztést és gyári feldolgozást.

Egymás kívánságainak megismerése, észrevételeinek közlése az eddigi kutatómunkához is értékes gondolatokat adott. Példaképpen felhozhatom, hogy a fonodák évekkal ezelőtt felhívták a figyelmet arra, hogy a magyar kenderrost megváltozott. Ugyanaz a fonalszámú fonal most lényegesen vastagabb, nagyobb átmérőjű, mint régebben volt. Ez az észrevétel okozta azt, hogy szükségesnek tartottuk a magyar kenderek termesztési körülményeinek a rostmennyiségre és minőségre hatását kutatni. Ennek a kutatásnak jelenlegi eredménye az előadásom első részében javasolt kendermagtermelés átszervezése. Hasonló gondolatok, megfigyelések közlését kérjük a kikészítő és feldolgozó gyáripartól, hogy azok okát kereshessük. Az ipartól pedig szakvéleményt várunk a mezőgazdasági kutatás eredményeiről, jelentőségéről. Egymás céljait megismerve, elgondolásait támogatva tudjuk sikeresen előre vinni rosttermesztésünk, kikészítő és feldolgozó iparunk feladatainak megoldását.

TÖBB KENDERROST-TERMÉSRE IRÁNYULÓ NEMESÍTÉS

BEKE FERENC

Előadásom célja elsősorban a fajtakérdés, fajtaelőállítás, a rost mennyiségi, minőségi, nemesítési vonatkozásaiban rövidebb tájékoztatást adni.

1916-ig nemesítési tevékenység nem volt a kender terén Magyarországon. Ez előtti időben a kisparaszti termelés a régi finomszálú, de kis termőképességű parasztkender termelésére szorítkozott. A fajták terén az olasz kender hegemoniája alakult ki és ezt hosszú ideig meg is tartotta. Az első világháború alatt és után az olasz mag importálása nagy nehézségekkel járt. Az utántermesztett mag pedig már nem szolgáltatta azt a minőséget és mennyiséget a rosttermelés terén, mint az eredeti. Így a szükségyszerűség hozta létre az első nemesített fajtát az 1920—23-as években, a ma is meglevő Fleischmann kendert. Ez idő után igen sokan kezdtek a kenderrel foglalkozni a 20-as évek derekán, ennek a növénynek igen kedvező konjunkturális adottsága miatt. A sok fajta közül végeredményben csak 3 hazai fajta maradt meg a mai időkig. Ez a három fajta a kompolti, volt Fleischmann kender, a szegedi nemesítésű tiborszállási tájfajta és a fertői, a volt eszterházi fajta.

A fajták viszonylagos termőképessége kórótermésben :

	1908—10	1920—23	1940—43	1953
Olasz	100%	100%	100%	100%
Francia	98%	—	—	—
Török	101%	—	—	—
Orosz	63%	—	—	54%
Magyar paraszt	53%	70%	—	31%
Fleischmann	—	107%	103%	100%
Fertői	—	—	96%	96%
Tiborszállási	—	—	109%	101%
Reform	—	—	—	89%
Kínai	—	—	—	106%
Kompolti B 7.	—	—	—	124%

A magyar kendernemesítés a fenti adatok szerint csak a nívót tartotta az olasz kender mellett, de jelentős előbbrehaladást nem mutatott fel.

Felmerül a kérdés, hogy közel 30 év nemesítő válogatás eredménye alapján miért nem volt jelentősebb előrehaladás. Felelet az, hogy az alapanyag egy volt, továbbá, hogy az a nemesítő módszer, amellyel a kendernemesítés folyt, csak egy határköz terjedelmében engedte meg a válogató munkát.

A jelenlegi fajtáink az olasz kenderből, annak is főleg Bolognai prominenciájából származnak. Fleischmann kezdetben felhasználta a dél-magyarországi és francia Provanszi kendert is nemesítő munkájában, de a későbbiekben a 20-as évek idején előállított alapanyag kereszteződéseiből származó utódok egyszerű, válogató szelektálására építette nemesítését. A későbbi fajták alapanyaga olasz eredetű, melyek többé-kevésbé a helyi változatokká alakult, úgynevezett magyar tájfajták voltak. A spanyol, francia, belga, olasz, kisázsiai, szerb kenderek mind a mediterrán forma csoporthoz tartoztak és azonos rokonsági körre vallanak. A szkíták által északabbra vitt változatok egy másik, rövidebb tenyészidejű csoportot alakítottak ki, melyhez az orosz, a baltikum kenderei és a szibériai csoport tartozik. Ezen két európai csoport termőképességben és habitusban élesen különbözik egymástól. A mediterrán típusok populációinak származéksorai termőképességben a 15—90 q kh. közötti termékekkel jellemezhetők, az északi és keleti típus populációinak származéksorai a 8—65 q kh. termőképesség között mozognak.

A \pm variánsok kiemelésével sohasem lehet a variációs szélességet fokozni, legfeljebb a variációs szélességen belül a szóródási közép határait lehet a + variánsok irányában eltéríteni és ezzel némileg a termőképességet fokozni, de inkább csak azt mondhatjuk, termésbiztonságot növelni.

Az egyszerű anyatókiemeléses és családtenyésztéses módszer, annál is inkább, mert a kender idegentermékenyülő növény, a populációk szóródási határait csak a ritka transgressziókkal képes túllépni. Ezt az eshetőséget pedig a családtenyésztés módszerének hibái miatt (idegen megtermékenyülés), igen könnyen elimináljuk.

A családtenyésztéses nemesítés újabb módszere a félmagmennyiségű családtenyésztés, feltétlenül javulást hozott a rosttermelés mennyiségi fokozásában. Ezen módszer lényege az, hogy a kiemelt és továbbvitelre szánt egyedeket, azok alkalmasságát véglegesen az utódaiban bírálják el és a családtenyésztést a következő évben az elbírált, legjobban raktározott magmennyiségével végzik. Így a negatív és nemkívánatos variánsok szerepre jutása nem olyan valószínű. Ez a módszer azonban csak a legközvetlenebb múltban indult meg. Eredményeit biztonsággal felmérni nem lehet. A módszer általános alkalmazása éppen használatának biztonságát és eredményességét jelenti.

Ezek a nemesítési eljárások nagyobb eredményességet mégsem hozhatnak a területegységre eső kórótermés terén, mert határt szab az emelkedésnek a már említett variációs szélesség. Újabb eredmények más földrajzi változatok és

alapkörbe tartozó fajták keresztezése útján várhatók. Ezeket részben az indiai csoportba tartozó himalájai, indiai, kínai, mandzsúriai provinenciák és az amerikai kenderfajták jelentenék. A keresztezéses nemesítés mostanában indult meg nálunk, részben ezekkel a fajtákkal. Új módszer vezetődött a keresztezés után adódó legközvetlenebb eredmények hasznosítására. Ez a keresztezéses nemesítésnél az első nemzedék luxuriájának, vagy heterózisos effektusának a kihasználása.

A heterózisos nemesítési módszert először a Fertődi Kísérleti Gazdaságban kezdték meg 1949-ben. A hazai fajták kombinálódási képességeit vizsgálva 1950-ben kitűnt, hogy a fertődi és a tiborszállási fajta keresztezésénél 5–8%-os kóró többletermés jelentkezett. Rost %-ban a hibrid a két szülő között állott. 1951-ben Kompolton is megindult az ezirányú munka. Az eredmények mind a két helyen 1952-ben mutatkoztak és nagyon meglepőek voltak. A heterózisos effektus következtében a régi standard fajtákhoz viszonyítva (Fleischmann, fertődi)

Fleischmann × Kínai keresztezés	56%-os többletermést
Reform × Kínai keresztezés	54%-os többletermést
Fertődi × Kínai keresztezés	66%-os többletermést produkált.

A keresztezéseket 1952-ben mindkét nemesítő telepen megismételték. 1953-ban ezek közül a keresztezések közül a Fleischmann × Kínai és a Fertődi × Kínai 24–34%-os többletermést, 1954-ben 25–30%-os többletermést adtak a régi fajtákhoz viszonyítva. A Kompolti Kísérleti Gazdaság a jelentőségét ezen ténynek gyorsan felismerte és hasznosítását rögtön széles alapokra fektette.

1953-ban különböző talajokon és tájakon lefolytatott kísérletek alapján 8 termőhely átlagában viszonyszámokban kifejezve az új heterózisos fajtákhoz viszonyítva a fajták termőképessége a következő volt :

B 7-es (Fleischmann × Kínai) kórótermése 100%

Fleischmann kórótermése	80,5%
Tiborszállási	« 81,0%
Fertődi	« 78,0%
Olasz	« 80,0%
Reform	« 71,5%
Kínai	« 85,5%

A legjobb hazai és idegen fajtákhoz viszonyítva 15–20%-os többlet adódott a B 7-es heterózisos fajta javára.

A második nemzedékben a heterózishatás csökken. A fertődi vizsgálatok szerint azonban még ez is jelentős, 8–15%-os többletet jelenthet. Úgy tűnik, hogy mindaddig, amíg az erős morfológiai különbségek fennállnak, vagy fellelhetők a populációban, az effektus megvan ugyan, de folytonosan csökkenő tendenciát mutat. Ez a tény talán értékesíthető lesz a második és a harmadik nemzedék során. A heterózisos mag előállítására ugyanis költségesebb, nehezebb,

igen nagy gondosságot és körültekintést igényel. A szélesebb kiterjesztése a magtermelésnek igen sok objektív nehézséggel jár együtt. Az ilyen mag előállításának költsége jelenleg kétszerese, ötszöröse a közönséges vetőmag előállításának. Ennek ellenére ugyanolyan vetőmagmennyiségi normával számolva a kiadások cca 10–15%-kal növekednek. 1/5-del nagyobb termést számítva azonban a kiadások csak 10–12%-kal vehetők, mellyel szemben a 20%-os kórótermés-többlet 8–10% jövedelem többletet ígér. A rostipar szempontjából cca 15–25%-os alapanyag többlet folyna be. Ezek alapján a heterózisos kendertermesztés bevezetése nemzetgazdasági szempontból fontos lenne.

Ezek a kísérletek a fajtaheterózis keretei között mozognak. Más növények és főleg a kukorica termesztése terén mutatkozó eredmények alapján paralel eshetőséggel számítva ismét 8–10%-os kórótermés emelkedésre számíthatunk.

A beltenyésztés nem mint cél, hanem mint nemesítési módszer és segéd-eszköz, igen hatásos eredményeket hozhat felszínre. Egyrészt az egylaki kender útját egyengeti, másrészt a populációból igen eredményesen szűrheti ki azokat a jótulajdonságokkal bíró vonalakat, amelyeket módszer hiányában megfogni lehetetlenség, vagy igen hosszú ideig tart. Megfelelő vonalak keresztezéses kombinálásával nemcsak a rostmennyiséget, hanem a minőséget is fokozni lehet.

1923-ban Fleischmann már felvetette a nagyobb rosttartalmú kender előállításának feltételeit. A termelői érdekek azonban ezen szempontokkal nem voltak összeegyeztethetők. A csak kórómennyiségre történő átvétel a kórótermés fokozását tette szükségessé a nemesítői munkában, mindennemű beltartalmi nézőpontok figyelmen kívül hagyása mellett. A minőség kérdései és a mennyiség kérdései sürgetőleg azokon a területeken mutatkoztak az elmúlt évek során, ahol a talaj adottságai következtében az ilyen irányú hibák fokozottabb mértékben jelentek meg. Ezek a lóp és kotus területek kevés %-ú és rossz minőségű termései a rostmennyiség és minőség fokozását követelték. Ez annál is inkább fontos volt, mert a legnagyobb termékek ezeken a területeken voltak.

Fertődön indult meg ilyen irányú válogatás. Berendezés és felszerelés hiányában komolyabban csak 1950 után. A válogatásnak elméleti alapját Jakobey adta meg, ugyancsak ez idő tájban. A Brédemann-eljárás kiszélesítése a hím- és a nőgyedekre, a rostmennyiségre való helyes válogatási módszer Jakobey eljárásával, a félmagmennyiségű utódbírálat, a beltenyésztési vonalak beépítése, a keresztezések legújabb felhasználása igen jelentős eredményeket hozott Fertődön a rostmennyiség terén, és igen valószínű, hogy a közeljövőben más növénynemesítő telepen is fog hozni.

Ezen tény dokumentálására közlöm :

1950-ig a fajták lombozott súlyra számított rosttermelésében lényeges különbségek nem voltak. Azt mondhatnók, hogy kivétel nélkül mind kb. 16—

18%-ú összrosttartalmú ingást mutattak a különböző termőhelyi adottságok szerint. Kivétel volt a fertődi fajta, mely az 1943-as vizsgálatok alapján sokkal több szárostot adott, mint a többi fajta. (Szóbeli közlés Országos Növény-nemesítői Intézet, Mosonmagyaróvár, Pápai Kendergyár kikészítése alapján.) Fertődi adatok alapján a Fertődi fajta 1948/49-ben a különböző törzseinek a rostszaaléka 14,4 és 19,4% között mozgott. Az 1952-s vizsgálatok eredményeképpen a szóródás 16,5 és 19,8% közé szorítható. 1953. évi adatok 16,3 és 23,1% között ingadoztak. Az 1954. éves adatok alapján a szóródás 16,6 és 25,3% között mozog. 1953. évi, 8 termőhelyi adat alapján:

Fertődi	20,81%-ú	összrostnak	25,6%-a	kóc
B 7-es heterózis	17,30%-ú	«	26,0%-a	«
Kompolti Fl.	17,39%-ú	«	26,6%-a	«
Tiborszállási	17,24%-ú	«	31,2%-a	«
Olasz	16,83%-ú	«	24,5%-a	«
Kínai	16,06%-ú	«	31,7%-a	«
Reform	15,36%-ú	«	32,1%-a	«

Egyes termőhelyeken a Fertődi fajta 23%-ot, míg utána legjobb Kompolti Fl. fajta csak 20,5%-ot ért el. A Fertődinek rosttermés %-a után következő Kompolti, a Fleischmannal szemben cca 20%-kal nagyobb. Területegységre eső rosttermésben 15%-kal múlta felül az utána következő legjobb fajtát, bár kórótermésben a Fertődi a legrosszabbak közé tartozik. A területegységre eső rosttermés terén B 7-es heterózisos fajta az összes eddigi fajtát felülmúlta. Ezen többlet a fajta 22%-os kórótermésének a javára tudható, mert a 17,3%-os rosttartalom mellett csak a régi fajták rosttartalmának mértékét ütötte meg. A Fertődivel szemben mutatkozó 7%-os területegységre számított rostterméstöbblet a kísérleteknél és az üzemi számításoknál mérlegelendő lenne.

Ha azonban a Fertődi × Kínai heterózis fajtát vizsgáljuk, a Fertődihez viszonyítva 1953-ban 36%-os, a B 7-hez viszonyítva 14%-kal nagyobb a területegységre eső rosttermés.

Ezek a számok inkább csak irányszámok akarnak lenni. Az eredmények egybevetéséből azt lehet következtetni, hogy a területegységre eső rostmennyiség fokozásánál a komplex nemesítési módszerekkel a régi fajtákhoz viszonyítva 25–35%-kal lehetne a legközelebbi jövőben a rosttömeget fokozni. Vagyis 50 000 kh. területen eddig 17%-os összrostot feltételezve, 12%-os szárostmennyiséget alapul véve, 18 q kh.-kénti kóróterméssel számolva cca 1100 vagon szálkendert produkálunk. Az új fajtákkal 20%-os kórótermés emelkedést számítva 20%-os összrosttartalom, 15%-os szárostnyeredék mellett 1600 vagon tilolt szárost lenne várható. A termőterület kiszélesítése nélkül akkora rostterméstöbblet lenne ez, ami a jelenlegi fajtákkal, a külföldieket is beleértve, csak cca 70 000 kh-on volna megtermelhető. A számok és kísérleti eredmények még nem tények, de minden remény jogos (szerintünk), hogy a termelésben ezek az eredmények igen nagy hányadban realizálódjanak.

A távolabbi célkitűzés a rostmennyiség terén a 23–25%-os rosttartalom elérése. A jelenlegi eredmények és irodalom alapján ez nem utópia. A már meglévő törzanyagok kísérletekben ezeket az eredményeket adják. Ilyen magas rosttermésű törzsek kórótermése azonban jelenleg kisebb. A területegységre eső rosttermés azonban azonos, vagy sok esetben nagyobb a nagyobb kórótermést adó fajtákénál.

A rostmennyiség öröklődése úgy látszik intermedier jellegű. Legalábbis a Fertődi fajta a nagy rosttartalmat az eddig végzett keresztezésekben érvényre juttatta. Ezen előlegezett feltételezés mellett, ha a nagy rosttartalmú egyedek termelési hasznosítása közvetlenül nem valósul is meg, mint alapanyagok, felhasználásra kerülhetnek, mind a régi fajtáknál mint keresztezési partnerek, mind pedig a heteróziskender előállításánál. Ezeket a kérdéseket a közeljövő dönti el.

A feldolgozó ipar szempontjából sem közömbös, hogy ugyanazon volumen feldolgozásánál mekkora a hozam. A nemesítési eredmények valóráválásánál bekövetkező költségesökkenésre vonatkozólag azonban még korai volna számításokat eszközölni.

A rosttermelés fokozása terén fontos feladat vár a termelésre is. Az alacsony termésátlagok megszüntetésével még hatványozottabb mértékben javul az ellátottság. Ezek a problémák azonban, mint előbb említettem volt, nem a jelen előadás keretébe tartoznak. A kender nemesítésnek még egy igen fontos feladata van a mennyiség fokozásán kívül, ez a minőség javítása.

Ezen a téren is talán tekintsük át a rendelkezésre álló anyagot és mérjük fel a lehetőségeket. Előre bocsátom, hogy ez irányú megoldást elsősorban az iparban kell megkezdeni, jobb technikai megoldásokkal. Nemesítés terén az ez irányú munka talán ezidén indulhat meg, mert az évek óta sürgetett műszerellátás most kezdődik.

A minőségre való nemesítés még bonyolultabb, mint a mennyiség fokozását célzó munka. Ezen a téren nemcsak az évjárat, a termőhelyi adottságok, a fajta condicionális és érésbeli állapota stb., hanem a kikészítés módja, az értékelési módszerek labilitása, az értékelő műszerek milyensége, a napi környezeti és személyi diszpozíciós különbségek, a szubjektív ítélőképesség és a mintadarabok kicsinyisége megannyi hibaforrás alapja lehet.

1949 óta fenntarott négy törzanyagunkat 1949-ben a Szegedi Kísérleti Intézet vizsgálta, 1953-ban pedig a Textilipari Kutató Intézet. A szakítóhosszra vonatkozólag az eredmények a következők voltak :

	1949. szakítóhossz km	1953.	
		szakítóhossz km	Egyenlőt- lenség %
17 sz. tr.	24,3	25,06	13,87
475 sz. tr.	40,3	40,9	12,1
105 sz. tr.	31,8	29,92	10,58

A négy évi fenntartott törzsek közül a szakítóerőben lényeges változás nem történt. A kis szakítóerővel rendelkező törzsek ezt a tulajdonságukat éppen úgy megtartották, mint a jó törzs a maga kiválóságát.

Ha a fajták adatait kívánjuk összevetni, erre legalkalmasabbnak találok az 1953. évi adatokat, mert három vizsgálati eredmény igen sok termőhely adából tevődik össze.

	Délrost laboratórium		Tex. Ip. Kut. Intézet	Anyagvizsgáló laboratórium
	szakítási hosszúság km			
	I. o.	II. o.		
Olasz import	19,7	21,7		48,71
Kínai	21,7	21,4	38,22	49,60
Tiborszállási	11,8	15,4	33,36	48,14
Fleischman	17,5	17,5	39,84	56,19
Fertődi	19,8	18,9	33,88	50,07
B 7-s	19,8	18,9	33,00	53,67

Ezek az adatok majdnem összevethetetlenek. Egyetlen következetesség, hogy a rossz szakítóhosszú Tiborszállási kender minden vizsgálati helyen a legrosszabb volt. A jó szakítóhosszú fajták értékei nagyjából jók maradtak, de erősen változnak.

A metrikus finomságú szám ugyanezen fajtáknál a fenti vizsgálati helyek alapján teljes szabálytalanságot mutat. A Sommer-féle egyenlőtlenységben az alacsony értékű F. kender az alacsony értékszámait mindenhol megtartotta, a többi fajta értékei igen változók.

Ezeknek az adatoknak a szemlélete folytán, amellyel a fajták viszonylagos értékeit fölmértük, jogosan feltételezhető, hogy a jobb minőségű fajták előállítása lehetséges. A törzanyagok feldolgozása közben a szakítóerő és a rosttartalom viszonylagosságát vizsgálva kitűnt, hogy elég szoros korreláció ($0,671 \pm 0,931$) áll fenn a nagy rosttartalom és a nagy szakítóhossz között. Ez igen szerencsés összeesés volna, mert a munkát eléggé leegyszerűsíténé.

A minőség kérdésében nagy szerepet játszik fajtánként, a rostköteg felépítése és a kötőanyagok milyensége.

A nagy szakítószilárdságú anyagok mikroszkópiai metszetben többnyire 14–18 elemi rostból álló köteget alkotnak. A kis szakítószilárdságúak kötegeinek elemi rostszáma kisebb és ennek megfelelően az osztottsága többnyire jobb. Az erősebb anyag elemi rostja 5–7-es koncentrikus rétegződésű, a gyengébb rendszeren nagyobb lumenű, hosszabb méretű elemi rostokból felépített és az elemi rost rétegződése 3–5 réteget mutat. A másodlagos sejtvastagodások ez utóbbi esetben nem ilyen mértékben mentek végbe. Ezek a vastagodások táp-

lálkozási és fejlődési kérdésekkel függnek össze, de öröklődési magalapozottságuk is fennáll.

Az inkrustáló anyagok milyensége is változik. A mediterrán kendereknél az inkrustáló anyagok nagy része pektin, nyálka, lignin és cukor-anyagok mellett sok fehérje, kisebb mértékben zsír és gyanta. Az indiai származású kendereknél szokatlanul nagy mennyiségű gyanta és zsír halmozódik fel. Ezek elbomlásával változások állnak elő az áztatás folyamán, melyek nem kívánatos átalakulást okoznak. Kereszteződéseknel ezen a téren a mediterrán típusok felé mutatkozik eltolódás, sokszor igen hasznos inkrustáló anyagok beépítésével.

Összegezve az eddig elmondottakat megállapíthatjuk, hogy a magyar kendernemesítés olyan megoldásokat keres és remélhetőleg már eddig is talált, amelyekből az iparnak és az egész népgazdaságnak haszna származik. Ez egyrészt a területegységre eső kórótermés fokozásában, másrészt a belső tartalom emelésében jelentkezik. A minőség kérdéseiben célratörő munka megindulása várható.

ROSTLEN-NEMESÍTÉS EREDMÉNYEI, PROBLÉMÁI, CÉLKITŰZÉSEI

WEIN KÁROLY

Az előbb elhangzott előadásban először az úgynevezett divatos rost-növényekről hallottak véleményt, amelyek minden 10 évben előbukkannak, minden felfedezőjük nagy értékeket vél bennük megtalálni, holott legnagyobb részben a mályvacsaládhoz tartozó növényekről van szó, amelyek közismerten csak a legdurvább rostokat, német szóval »Hart-faser«-t tartalmaznak, rendszerint a kendernél jóval alacsonyabb százalékban. Sorsuk, nemesítői és textilipari gyakorlat alapján, — azt hiszem, most már megpecsételődött. Népgazdaságunk nem engedheti meg magának azt a luxust, hogy 1000 kh. termése, a mi viszonyaink alatt pl. a kenáfnál, ki nem száríthatóság következtében, elpusztuljon. Textilipari növényeink termesztése ezért helyes útra tért, amikor két, nemhogy meghonosodott, hanem ősidők óta nálunk termesztett rostnövény mellett döntött.

Kétségtelen, hogy hazánkban a kendernek kell a legnagyobb területeket biztosítani, hiszen országunk majdnem minden táján sikerrel, jövedelmezően termesztethető. Az új technológiai eljárások segítségével a kenderben levő rostokat, régi eljárásainkhoz viszonyítva, osztani lehet. Az oszthatóság azonban elér egy végső ponthoz, melyen túl az elemi rostok felbontása nagymérvű szakítószilárdság csökkenéshez vezet. Évről évre nagy tételekben hozunk be tilolt lent, hogy fonóiparunkat magasabb fonalszámok kifonására elláthassuk nyersanyaggal. Eddig nagymértékben még a 15-ös számon aluli fonalban is importált tilolt lent kevertünk a hazai gyengébb minőségű rostok feljavítása céljából. Fejtegetéseim végső pontja az, hogy a kender mellett ezentúl is szükség lesz a rostlenre és ezzel elérkeztem a rostlen termesztési és nemesítési problémáink ismertetéséhez. Nem tagadható, hogy hazánkban csak egyes részei alkalmasak rostlen termesztésére, mégpedig csak a Dunántúl és az északi csapadékdús peremvidékek. Talajösszetétel szempontjából nem igényes, kivéve a laza homokot és kötött agyagot, mindenütt megterem, de jó talajon megfelelő agrotechnikai viszonyok mellett, nagy termésekkel hálálja meg a jó életkörülményeket. A rostlen érzékeny a talaj összetételére az előveteményen keresztül, a tápanyag arányára, a talaj struktúrára, a talaj művelésén keresztül pedig a gyomosságra. Egyik leglényegesebb tényező a *csapadék*. A rostlen nem kíván sok esőt, de

ennek eloszlása dönti el a termés hozamot és minőséget. Ezért gondosan kell megválasztani a termesztési területeket, nemcsak megyén, járáson, hanem községeken belül is, mert a múlt hibáin tanulva, nem vezet eredményre a területek sematikus szétosztása és a vetéskényszer. Ezen a téren örvendetes előre haladás mutatkozik, amely már 14 q-ás rostlentermással hálálja meg a helyes intézkedést. Helyesnek bizonyult a szakembereknek az a véleménye, hogy a rostlen textilipari szempontból csaknem kizárólag nagyüzemi növénynek tekintendő. Kikészítő üzemünk áztató medencéi és egyéb műszaki megoldásai nagy és egyöntetű tételek kidolgozására vannak berendezve. Nemesítői tapasztalatom, illetőleg kísérleteim feldolgozása alkalmával minduntalan azzal a jelenséggel találkozom, hogy egy-egy fajtakülönböző ökológiai viszonyok között megtermelve, a legkülönböző képpen viselkedik az áztatás, sőt ezen túl törés, tilolás alkalmával. Eljutottunk tehát ahhoz a végeredményhez, hogy csak a nagyüzemileg megtermelt anyagból tud a kikészítőüzem egyforma áztatás után egyöntetű minőségű tilolt lent és kócot a fonodáknak átadni, melyek ezután ebből a nyersanyagból finomabb és egyenletesebb fonalat tudnak előállítani. Az első lépés tehát a termelés megjavítása.

Megszüntettük a kényszertermelést. *Csak 9,8%-ban termeltek* rostlent kisparscellán 1954-ben. A nyűvőgép-park szaporításával nagyüzemi területeink jelentős részét gépesített nyűvéssel tudták betakarítani. Sikerült a rostlenkóró beváltási árát úgy kialakítani, hogy ma a termelési kedv, nem úgy mint régen, a szerződötést könnyű feladattá tette. Vannak azonban hibák is. A rostlen tervterületét a múlt évekhez viszonyítva túlzottan csökkentették, ami kritikus helyzetbe hozza a fonodák finom rosttal való hazai ellátását. Még ha agrotechnikánk javításával a vetésterületek gondos megválasztásával emelni is tudjuk átlagterméseinket, fonodáinkat hazai nyersanyaggal ellátni még 50%-ban sem tudjuk.

Rostlennemesítésünk nagyon fiatal. Fleischmann Rudolf kiváló nemesítőnk indította meg a magyar rostlennemesítést. Tőkeérdekeltségek és nem utolsósorban fajtájának kiegyenlítetlensége és egyéb hibái ahhoz vezettek, hogy az F rostlen nem tudott Magyarországon elterjedni és a felszabadulás előtt és után 1952-ig, évente átlag 60 vagon eredeti Concurrentet vásárolt rostiparunk drága pénzen Hollandiából.

A rostipar kezdeményezésére 1951-ben indult meg Sedlmayr Kurt vezetésével a rostlennemesítés. A rostipar segítségével tenyésztésanyagunkat a nemesítés legelső lépcsőfokain kezdve már 1951 óta a legrészletesebb technológiai rostvizsgálatoknak és rostminőség vizsgálatoknak tudjuk alávetni. Ma már korszerű rostlaboratóriummal rendelkezünk, ahol klimatizált helyiségben történik a rostok laboratóriumi minőségvizsgálata. Államhatalmunk tehát súlyt fektet a rostlentermesztés, nemesítés kutatási munkájának fejlesztésére.

☞ Korai volna végleges bírálatot mondani rövid 3 nemesítési év eredményeire. Három év egy nemesítés történelmében nagyon rövid idő, hiszen minden évjárat

más időjárással, esetleg olyan törzsek kiemelésével járhat, melyek a későbbi évek folyamán használhatatlannak, vagyis gyenge termőképességűnek bizonyulnak, gyenge alkalmazkodó képességüknél fogva. A rostlennemesítés megindításakor első teendőnk volt hazai, illetőleg a környékbeli országok tájfajtáinak begyűjtése. Az egyedkiválasztásos módszert, mely a nemesítésben a leggyorsabban vezet eredményhez, itt széles körben tudtuk alkalmazni és vannak már kitűnő tájfajtákból kiemelt törzseink, amelyek messze túlszárnyalják a Concurrentet rostminőségben, szalmaszilárdságban és rosttermelésben. Rájöttünk a nemesítés, illetve a széles fajtakísérletezés folyamán arra, hogy a Concurrent kitűnő alkalmazkodó képessége mellett hibával is rendelkezik. A gépi nyűvés megköveteli, hogy hazai viszonyaink között teljesen szalmaszilárd fajtákat termeljünk, a Concurrent ezzel szemben sok kívánnivalót hagy szalmaszilárdság szempontjából. Az idegen fajták között is durvának kell tekinteni rostját és megbocsátathatatlan hibája a hosszú tenyészidő, tehát késői érés. Még nem kerültünk 1951 óta abba a szerencsétlen helyzetbe, hogy júl. első napjaiban, rekkenő hőségben, vetéseink lábön sülték volna meg. Számolnunk kell azonban a jövő években magyar éghajlatunk ezzel a szomorú jelenséggel és ezért nemesítésünk második főcélja a *korai érés*. Egyik új törzsünkkel közelebb kerültünk a célhoz. F—169-es törzsünk most már 1952. óta 26%-kal nagyobb szalmatermést ért el, mint a Standard Concurrent. Tilolt len hozama 1952-ben 3,3%-kal múlta felül a Concurrentet, 1953-ban 6,5% tilolt len hozamtöbblettel bizonyította fölényét a Concurrent felett. Remélhető, hogy ilyen nagy kísérleti különbség a jövőben is szignifikáns értéktöbbletet fog mutatni. Fonodai szakembereknek bemutatott rostja sikert aratott, mert rostfinomságban is jobbnak bizonyult, mint a Concurrent.

Egyik fő tervfeladatunk új magyar rostlenfajta elismeréséig a Concurrent fajta fenntartása, javítása, mert a rostipar még mindig ezt a fajtát tartja nagy általánosságban a magyarországi termelési viszonyainknak a legmegfelelőbbnek. 1951. évben kidolgozott mikroszkopikus vizsgálataink segítségével 7 Concurrent törzs 1—3%-ig nagyobb tilolt len hozamot mutatott. Sikert tehát a teljesen kiegyenlítettnek látszó Concurrentből olyan vonalak kiemelése, melyek az eredeti fajtánál több hosszú rostot tartalmaznak, ezen felül jobb minőségűek, azonban szalmatermésben nem mutatnak szignifikáns különbséget. Eddigi nemesítési munkánknál az idegen fajták begyűjtése és kísérletbe állítása sok értékes eredményhez vezetett. Megtaláltuk az új keresztezési programhoz szükséges keresztezési partnereket és azt látjuk, hogy a Concurrentnél sokkal jobb fajták vannak már Hollandiában elterjedve. A fehér virágú Wiera, az irodalom szerint ma már 50%-kal szorította ki a Concurrentet a vetőmag-szaporító területeken. Kísérleteink alapján kórőtermésben csak csekély fölényt mutatott a Concurrent felett, szalmaszilárdsága azonban kiváló és úgy látszik, ez az oka hollandiai nagy térhódításának. A kékvirágú *Percello* kísérleti viszonyok között, tehát intenzív művelés mellett, mindig messze első helyen áll.

Nagy technikai szárhossza és magas tilolt len hozamával úgyszólván verhetetlen 1951 óta. Rostja a legnagyobb szakítószilárdsággal rendelkezik és ezért ajánlatos volna nagyobb területen ipari kipróbálása. A Szovjet fajtákkal végzett kísérleteinknél arra a megállapításra jutottunk, hogy ezek a legfinomabb rosttal rendelkező, legnagyobb technikai szárhosszal bíró fajták.

Prjagyilcsik, Sztahanovecz, Szvetoacs a mi éghajlati viszonyaink között nem elég szalmaszilárdak és ezért szalmatermésük súly szempontjából, nagyon elmarad. Kitűnő rostminőségük miatt keresztezéseknél széles körben felhasználjuk őket.

A nemesítés első éveiben a legtöbb energiát az egész nemesítési metodika kidolgozására kellett fordítanunk. Az első év rosttechnológiai vizsgálatai rávezettek a mikroszkopikus vizsgálatok szükségzerűségére. Tágteres anyató és »A« törzsnevelési szisztémánk a rostlennél is bevált, a kóró feldolgozásánál azonban a 6–27%-ig terjedő összrosthozam eredmények ezt az utat járhatatlannak mutatták. Mikroszkopikus módszerünk átsegített az első lépcsőn és ma már magától érthetődő, hogy »A« törzseinknél átlagmintából kiindulva 10 szárkeresztmetszetben megszámloljuk a rostnyalábokat, elemi rostok számát és így átlag 2500 vizsgálat alapján nemcsak termésdifferencia, morfológiai különbség és technikai szárhossz, hanem szövettani vizsgálat is szelektációs szempontként dönti el a törzs megtartását avagy elejtését. Ezek a tömeges mikroszkopikus vizsgálatok sok rostminőségi problémát is felderítettek előttünk, melyekről előadásom későbbi szakaszában fogok beszélni. Évről évre javult a kísérletek szignifikációja, a sorozatonként elvégzett törés és tilolási vizsgálatok eredménye. Folyó évben már fajtánként mikrotételekben tudtuk kiáztatni a fajta, törzs legszűkebb kívánalmainak megfelelően, tenyészanyagunkat és »Liliput« lentrubínánk megérkezése közelebb hozza egész vizsgálati rendszerünket az objektivitáshoz. Ha ezt az egész kutatási munkát így áttekintjük, azt látjuk, hogy megvannak az eszközeink a tulajdonképpen nemesítéshez. Eddig feldolgoztuk fajtagyűjteményünket, megismertük tájfajtáinkban rejlő populációk szélességét, az idegen fajták tulajdonságait. Ezután állhatunk csak komolyan keresztezési programunk felállításához. Keresztezés segítségével igyekszünk majd egy vagy két fajtában azokat a jó tulajdonságokat akkumulálni, melyek magyar éghajlatunk alatt, a legtöbb és legjobb minőségű rosttermést biztosítják. Tervszerűen megkezdjük visszakeresztezéses módszerrel a rezisztencianemesítést, mert csak egészséges kóróból várhatunk erős és egyenlő rostokat.

Beteg szárazokon végzett mikroszkopikus szárkeresztmetszetvizsgálatok feltárták előttünk az egyes gombabetegségek hatalmas rombolómunkáját.

Megoldottuk országunk rostlen vetőmag ellátását is és ma már nem adunk ki egyetlen devizaforintot sem Concurrent vetőmag importért.

Eredményeink mellett azonban sok problémával kell megküzdenünk, amíg új magyar rostlen fajták nagy fölénnyel túl nem szárnyalják a nemesítésben szintén rohamos léptekkel előrehaladó külföldi versenytársakat.

Ilyen problémák :

1. a kiázottsági fok megállapítása,
2. a rostfinomsági vizsgálat tökéletesítése,
3. a műszeres rostvizsgálatok eredményeinek összefüggése a fonodai fonhatósággal.

E három probléma megoldása még nagymennyiségű kutatómunkát igényel, mert az eddig megszokott, de megbízhatatlan szubjektív értékelés helyébe objektív meghatározási módszereket kell kidolgozni, amelyek biztosítják az értékes tulajdonságok összefüggésének alkalmazását a termeléstől a feldolgozásig.

Nagyon messze látom a harmadik kérdés végleges megoldásának módját. Sok párhuzamos, műszeres és fonási vizsgálat eredményeként születhet csak meg az a táblázat, melyen kiolvashatjuk azt, hogy x fajta vagy y törzsből 24-es fonalat lehet kifonni, mert annak szakítószilárdsága 36 km, a szakítószilárdság egyenlőtlensége 8,5%, a finomsági száma 220-as szám. A nemesítésben jelenleg a finomság megállapítása egyik döntő kritérium. A szakítóvizsgálatokat, ahogy azokat a mai módszerrel végezzük, teljesen megbízhatónak tartom. A Sommer szerinti egyenlőtlenség is hiteles adatokat szolgáltatott. A finomsági numerus, ezzel szemben, annyira szórt adatokhoz vezetett, hogy helyette kénytelenek voltunk a régi szubjektív bírálatra visszatérni. A poznanai len-intézet Magyarországon járt szakemberét is ezen vizsgálatok miatt faggatva, megtudtam azt, hogy a külföldről kézigereben vizsgálat után a szubjektív kézfogás dönti el fonodai szempontból a finomságot. Ez nemcsak nemesítői szempontból, hanem gyártás ellenőrzési és nem utolsósorban, átvételi minősítés szempontjából is egyenlően fontos.

Eddig a sopronhorpácsi lenankétokon és másutt elhangzott előadásaim során mindig kérdéssel fordultam a rostipar szakembereihez, így hát ez alkalommal is véleményt várok rostlennemesítésünk célkitűzései tekintetében. Mi nemesítők mindig több év távlatában tudunk csak cselekedni, hiszen egy új fajta előállítása, még a legegyszerűbb nemesítési módszerrel is, 8–10 évet vesz igénybe, amíg megfelelően kipróbált új fajta q -ás elitmágtételben jelenik meg a gyakorlatban. Ismét kérdezem ezért, helyes-e rostlennemesítésünk azon kétirányú célja, hogy magyar éghajlatunk alatti legkülönbözőbb adottságokhoz alkalmazkodó tömegfajta (Concurrent) mellett, egy finomabb jellegű, esetleg csak a legjobb rostlen tájakon természetű típus előállításán dolgozunk. E két cél elérésére a lehetőség új rostlaboratóriumunk megnyitásával megvan és remélem, hogy rövidesen új magyar rostlen fajták születnek.

AZ ÁZTATÁSI FOLYAMAT MEGISMERÉSE KÉMIAI ÉS FIZIKO-KÉMIAI VIZSGÁLATOK ALAPJÁN

LAKNER KÁLMÁN

A rostfeltárás a biológiai áztatás bonyolult biológiai, kémiai és fiziko-kémiai folyamatok összessége. Az áztatásnál három fázist különböztetünk meg : 1. fizikai fázis, 2. a biológiai előfázis, 3. a biológiai főfázis.

A fizikai fázisban a kóro megduzzad. A víz biztosítja a mikroorganizmusok alapvető életfeltételeit, amikor azok sejtjeiben ozmózis és diffúzió útján megindulhat a táplálkozás és zavartalanul addig folyhat, míg a vízben oldott tápanyag van jelen.

A tápanyagot vízben oldott organikus és anorganikus vegyületek képzik. A kóro és víz aránya 1 : 12—1 : 30-ig változhat.

Amikor a kóro vízzel telítődik és az a kilúgzó hatásánál fogva már biztosította mikroorganizmusoknak életfeltételeit, a továbbiakban »áztatóvízrők« beszélünk.

Az áztatóvízre jellemző a hőmérséklet, az alkalitás vagy aciditás, molekuláris oxigéntartalom, organikus anyagok mennyisége, viszkozitás, száraz anyag tartalom, vezetőképesség.

Nem hanyagolható el mikológiai szempontból tisztasága, fertőzöttsége, steril volta, stb., továbbá az áztatóvíznek a zavarossága, az áztatóvíz színe, és fontos tényező a redox potenciálja.

A biológiai előfázisban kezdődik a mikroorganizmusok élettevékenysége. Elsődlegesen az aerob baktériumok szaporodnak el, megkezdődik a légzés. A mikrobák légzési folyamatának lényege biokémiai reakciók sorozata, melyek a sejtek életműködése számára energiaforrásként szolgálnak. A légzési folyamat-hoz az aerob organizmusoknak szabad molekuláris oxigénre van szükségük. Ebben az első fázisban figyelhetjük meg az áztatóvíz felhabzását és megzavarosodását. Ebben a fázisban, de következő fázisban még jobban kidomborodik az áztatóvíz redox jellege.

A főfázisban elfogy az áztatóvíz oxigéntartalma, fellépnek az ún. anaerob, vagy fakultatív anaerob mikroorganizmusok.

Az anaerob mikrobák főleg a nitrogénmentes organikus vegyületek lebontását idézik elő, elsősorban a szénhidrátokét.

A légzés folyamán végbemenő oxidáció mechanizmusát illetőleg az elméletek két csoportja ismeretes:

1. a molekuláris oxigén aktiválása,
2. a molekuláris hidrogén aktiválása.

A két elmélet egymást kiegészíti és alapját képezi Wieland—Palladini elméletének. E szerint a légzés folyamán lezajló kémiai folyamatok különböző redox-rendszerben mennek végbe.

A főfázisban állandóan nő az áztatóvíz zavarossága, aciditása, viszkozitása, majd miután az anaerob mikrobák életműködésének feltételei is korlátozódnak, helyet adnak új mikroorganizmusoknak. Ezeknek az új típusú organizmusoknak molekuláris oxigénre van szükségük. Az áztatóvíz lassan megtisztul, kiderül. A fenti jelenségek állandósulásakor a kóro már ki is ázott, ami azt jelenti, hogy a háncsrész a fásrésztől könnyen elválasztható.

A rost áztatása során végbemenő biológiai és kémiai folyamat fiziko-kémiai módszerekkel való tanulmányozása lehetőséget fog adni arra, hogy új tudományos összefüggéseket tárjunk fel a bonyolult folyamatok megismerésére.

Minthogy az erjedés sarkalatos pontjának a légzést tartottuk, az áztatólé oxigéntartalmának meghatározásával foglalkoztunk, jodometriás módszer segítségével.

Megállapítottuk, hogy az áztatás kezdetén 3—6 mg/l oxigént tartalmazó vízben még az áztatás első szakaszában rohamosan csökken a szabad oxigén úgy, hogy a 20-ik órában már mérhető mennyiség nincs is jelen.

A Winkler-féle jodometriás módszer mellett végeztünk oxigén meghatározást polarográfával is. Az összehasonlító értékeket az alábbi táblázat tünteti fel:

Meghatározandó víz minősége	O ₂ mennyiség mg/L mintavétel ideje					
	4	8	12	16	20	24
	óra után					
Tiszta vízben Winkler szerint	2,9	—	—	—	—	—
Tiszta vízben polarográfias módszerrel	3,39	—	—	—	—	—
Áztató vízben Winkler szerint	5,6	1,3	0,7	0,5	—	—
	5,45	2,16	1,0	—	—	—
Áztató vízben polarográfias módszerrel	4,72	2,16	2,5	2,57	2,31	2,05

Az elnyelt oxigén értékeinek csökkenése határozott jele annak, hogy az aerob mikrobák fogyasztják a molekuláris oxigént, annak mennyiségi csökkenése utat nyit az anaeroboknak. Az oxigénmennyiség nivójának állandósulása azon ismert tényt igazolják, hogy az áztatás folyamán fellépő kémiai reakciók során oxigén is keletkezik.

Az áztatóvíz vizsgálatánál a polarográfia nemcsak az oldott oxigén meghatározásánál használható fel. Kísérleteink során megállapítottuk, hogy az áztatóvíz oxigén-maximum elnyomó hatása az áztatás folyamán törvény-

szerűen változik és annak követése alkalmas arra, hogy a kóro kiázottságát megállapítsuk. Kitűnik, hogy az oxigénmaximumot elnyomó anyagok mennyisége az ázás első 23—25 órájában nő, a 25. óra után csökken, majd az ázás 50—52. órájában ismét nő, nyilván a mikrobák élettevékenysége folytán, majd az elnyomó anyagok mennyisége ismét csökken. A maximumelnyomás görbét elemezve megállapítható, hogy a görbe első szakasza, a maximum elnyomás növekedése, megfelel az áztatás első fizikai fázisának, ahol oldás révén a tápanyagok felszaporodnak. A 25. óra után egy színvonalon mozog az oxigénmaximum elnyomás, ami azt mutatja, hogy elnyomó anyagokban mennyiségi stagnálás van. Ez az állapot kísérleteinknél az 52. óráig tartott, amikor az oxigénmaximum elnyomás értéke ismét emelkedő tendenciát vett fel. A görbén tehát 2 minimum figyelhető meg, amelyik melegáztatási kísérleteinknél először a 23—25., másodszer az 52—60. órában mutatkozott meg. Ebben az 52. órában az áztatóvízben is változások észlelhetők: megtisztul, p_H -ja állandó, megjelenik az áztatóvíz felületén a biológiai hártya. Az 52. óra után tehát az oxigénelnyomást okozó anyagok mennyisége ismét nő, de ezt már nem az alábbi bomlásanyagok, hanem a mástípusú, főleg a baktérium coli típusú mikrobák és bomlástermékeik okozzák, köztük olyanok is, melyek már cellulózt is bonthatnak. Ebben az időpontban a kóro már kiázott, az erélyes pektinbontók élettevékenységüket már befejezték.

Az áztatóvíz vizsgálatánál, illetve a rostkóro áztatás végpontjának meghatározásánál lehetőség nyílik arra, hogy a polarográfia alkalmazásával a folyamatot mélyebben megismerjük és az ipar szempontjából fontos áztatási végpontot műszerekkel megállapíthassuk. Ezzel a tudomány jelentős segítséget nyújt a gyakorlatnak.

A HÁNCSTROSTOK OBJEKTÍV MINŐSÍTŐ VIZSGÁLATA

DISCHKA GYÓZÓ,
A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

A háncsrostokat, a len-, kender-, rami-, jutarostokat ipari szempontból ez ideig szubjektív alapon minősítették. A haladó rostfeldolgozóipar azonban nem elégedhetik meg a háncsrostok minősítése terén ezzel az ősrégi egyéni módszerrel, mert fejlődésének elengedhetetlen előfeltétele, hogy a háncsrostok fonási jellemzőit — a többi textilipari ágazathoz hasonlóan — műszeres vizsgálattal állapítsa meg. Az a körülmény, hogy a háncsrostok fizikai jellemzői nagyobb egyenlőtleniséget mutatnak, mint pl. a gyapjú és a pamut megfelelő fizikai jellemzői, nem csupán a rostonövények felépítésében, a rostnyalábok természetes egyenlőtleniségében leli magyarázatát, hanem a rostfeltárási folyamat alatt lejátszódó kémiai, biológiai folyamatok és az ezt követő mechanikai behatások okozta különböző mértékű rostnyaláb felhasználásnak tulajdonítható. Ez azonban csak növeli a műszeres rostvizsgálat szükségességét és jelentőségét, amelynek eredményei alapján a feltárási műveletek helyességét, illetve megfelelő mértékét bírálhatja el.

Helyes jellemző minőségi mutatószámok előfeltétele a megfelelő mintavétel. A szálanyagok megmintázásánál szem előtt tartott általános elvek alkalmazhatók a gerebenrost, a kóc és azok feldolgozási termékeinek esetében. A külföldi tilolt len- és kendertételek annyira vegyes minőségűek, hogy nem nyújtanak lehetőséget megbízható átlagminták vételére. Ezért a TKI az általa kidolgozott minősítő vizsgálatokat egyelőre csak a gyárilag osztályozott gerebenrostra és kócra, valamint kártolt és nyújtott szalagra, továbbá előfonalra alkalmazta. A háncsrostok kifonhatóságát — hasonlóképpen, mint a többi szálanyagokét, — a következő három alapvető fizikai jellemző határozza meg :

1. a rostsálak hosszúsága,
2. a rostsálak finomsága,
3. a rostsálak szilárdságára vonatkozó jellemzők.

Ezen alapvető fonási jellemzők meghatározását kiegészíti 3 különleges rostvizsgálat, úgy mint :

4. a rostok hajlítási merevségének vizsgálata,
5. a rostok torziós merevségének vizsgálata,
6. a pozdorjatartalom vizsgálata,

Ez utóbbi csupán a rostokban levő szennyeződés meghatározására szolgál, mely kérdéssel ez alkalommal nem foglalkozunk.

1. A rostszalak hosszának meghatározása

A rostszalak hosszúságának jellemzői: az átlagos szálhossz (h), a szálhossz-eloszlás, a szálhossz szórása (s), illetve variációs tényezője ($S\%$) és szóródási határértékei (h_{\min} és h_{\max}). Ezen jellemzők meghatározására a következő módszert dolgozta ki a TKI.

A vizsgálandó gerebenezett rosttételből szabványban előírandó számú markot veszünk. A vizsgálati mintát a marok legvastagabb részéből vesszük olyképpen, hogy egy-egy szálköteget megfogunk két ujjunkkal és leválasztjuk, ügyelve, hogy ezen művelet közben egy-egy rostszál el ne szakíttassék. Annyi szálköteget veszünk, hogy azok együtt legalább 500 rostszálat tartalmazzanak. A kivett kötegek minden szálának hosszát meghatározzuk.

Kísérleteinknél a hossz csoportok osztályközét általában a célnak megfelelően 2, ill. 5 cm-re választottuk, csak a kész fonalból vett rostminta átlagos szálhosszának meghatározásánál alkalmaztunk 1 cm-rel növekvő hossz csoportokba való sorolást. A hossz csoportok, vagy lépcsők szélességének megválasztására irányuló szempont a csoportok száma. Ez a legnagyobb és legkisebb érték különbségétől függ. Ezért 5 cm-rel növekvő hosszlépcsőket alkalmazunk, ha a legnagyobb rosthosszúság meghaladja a 40 cm-t, 2 cm széles hosszlépcsőket pedig, ha a maximális rosthosszúság 20–40 cm között mozog, 20 cm-nél kisebb maximális rosthosszúság esetében 1 cm-es hossz csoportosítás célszerű.

A rostszalak átlagos hosszúsága lényegesen változik a feldolgozási műveletek során. Ennek jellemzésére az 1. táblázatban összeállítottunk néhány lenfajtára vonatkozó szálhosszúság-mérés egyes eredményeit.

1. táblázat

A lenrost megjelölése	Gerebenen			2. nyújtott szalag			Előfonal			Fonal		
	Átl.		Szórás	Átl.		Szórás	Átl.		Szórás	Átl.		Szórás
	hossz cm	cm		hossz cm	cm		hossz cm	cm		hossz cm	cm	
Belga finomszálú	37,8	17,5	46,3	22,5	14,4	64,0	11,7	9,1	78,2	2,4	1,7	69,5
Belga durvaszálú	43,7	19,1	43,7	16,7	12,7	75,9	11,2	9,3	83,0	2,4	1,6	67,4
Hazai hosszúszálú, finom	30,6	15,8	51,7	18,3	12,7	69,6	11,0	8,3	75,4	2,5	1,8	72,5
Hazai rövidszálú, finom	28,2	13,8	48,8	19,2	10,7	55,6	15,3	9,6	63,0	2,5	1,7	68,6
Hazai hosszúszálú, durva	40,3	18,0	44,7	17,0	10,9	64,1	12,5	8,0	64,0	2,8	2,0	69,7
Hazai rövidszálú, durva	23,0	10,3	44,8	17,0	11,0	64,8	13,5	7,5	70,9	2,4	1,8	73,7

A táblázat adataiból azt a következtetést vonhatjuk fel, hogy a nagy hossz-különbséget mutató különböző gerebenenek a gyártási folyamat végén a fonalban aránylag igen szűk határok között mozgó (2,4–2,8 cm) átlagos rosthosszat mutatnak. Ez utóbbi értékek vizesen font Nm 15-ös fonalra vonatkoznak.

2. A rostsálak finomságának meghatározása

A rostsálak finomságát a metrikus finomsági számmal jellemezzük, melyet az ún. gravimetrikus módszerrel határoztunk meg. A meghatározást a szálhosszmérésnél ismertetett eljárás szerint vett vizsgálati mintán végezzük. Finomságmérés céljára kb. 5 db 200 rostsálból álló köteget használunk. A vizsgálati kötegeket egyenletes vastag részeiken csipesszel fogjuk meg és a szabad kötegrészeket durvaosztású fésűvel óvatosan kifésüljük, hogy az esetleges tapadó rövidebb sálakat eltávolítsuk. Ezután a kötegből a megfogási helyhez közel a kitűzött célnak megfelelő hosszúságú kötegrészt vágunk ki. A Textilipari Kutató Intézet négyféle hosszúságú kötegekkel és pedig 1, 2, 5 és 10 cm hosszúakkal végzett vizsgálatokat. A kötegen lévő rostsálak számát általában kétféle módon lehet leolvasni. Az 1 és 2 cm-es kötegeknél a mikroszkóp alatti olvasás szokásos, míg a hosszabb kötegeknél kizárólag a szabad szemmel való leolvasást alkalmazzuk. Ez utóbbi esetben az egyes rostsálakat egyenként kézzel, vagy csipesszel kihúzzák a kötegből és átrakják, közben számolják az átrakott sálakat. A köteg sálainak számát megszorozzák a vágási hosszal, az így nyert együttes szálhosszt (mm-ben kifejezve) elosztják a köteg súlyával (mg-ban kifejezve) így kapják a köteget alkotó rostsálak átlagos metrikus finomsági számát.

A rostsálak így megállapított átlagos finomsági száma nagymértékben függ a levágott köteg hosszától.

A rövidebb és hosszabb kötegek finomsági száma közötti különbség oka az, hogy a feldolgozás folyamán a rostsálak hosszabb-rövidebb darabon felhasadtak. Az 50 és 100 mm-es rostokon gyakran mutatkoznak olyan elágazások, melyek a 10, illetve a 20 mm-es rostkötegeknél mint különálló sálak jelentkeznek. Fonási szempontból általában a 20 mm hosszú köteggel nyert finomsági szám a jellemző.

Egyes jellegzetes háncsrostfajtákra vonatkozólag 20 mm hosszú kötegekkel végzett finomságmeghatározások a következő eredményeket adták:

2. táblázat

Anyag megnevezése	Nm	Anyag megnevezése	Nm	Anyag megnevezése	Nm
<i>Kender :</i>		<i>Len :</i>		<i>Kenderkóc :</i>	
Nagylaki	112	Belga finom.....	452	Hazai 5-ös ger.	154
Magyar erős.....	150	« durva	314	« 3-as ger.	115
Olasz grafietta	154	Hazai finom	400	« tilolt	92
Olasz nápolyi	233	« durva	175	« rázott	104
Rami (mech. feltárt) .	159	Rami (kémiai feltárt)	900	Nápolyi 5-ös ger. ...	111

Ugyanazon rosttételen belül a finomsági szám változik a rostsálak hosszával.

3. A rostszálak szilárdsága

A rostszálak szilárdságát szakítóvizsgálattal állapítjuk meg. A szakítóvizsgálat céljaira a vizsgálandó marokból 10—10 vékonyabb köteget veszünk. A köteg egyenletesen vastag részéből 10 cm hosszú kötegrészt vágunk ki. Ennek súlyát rostszálak egyenként való kihúzásával addig csökkentjük, míg az 16,7 mg-ot nyom. Így $Nm = 6$ finomsági számú köteget kapunk. A 10 cm hosszú kötegek középső 1 cm-es darabját 1 cm² kivágású papírkeretre ragasztjuk. A ragasztáshoz 25% méhviasz és 75% gyanta megolvasztott keverékét használjuk. A papírkeretre való ragasztás egyrészt a kötegeknek a szakítógépfefogópofáiba való könnyebb behelyezését, a szálak párhuzamos elrendezésének fenntartását szolgálja, másrészt megakadályozza egyes rostszálaknak a befogópofába való csúszását. A rostköteg szakítására ingásrendszerű szakítógépet használunk, melynél a befogópofák távolsága a befogás alkalmával 1 cm. A szakítógépfefogópofák 10 kg-os mérési határral bír. A szakítás sebességét úgy állítjuk be, hogy az alsó befogófej percenként 300 mm-es utat tegyen meg. Tájékoztató üzemi vizsgálat céljára 30 köteget, döntő vizsgálatok céljára 100 köteget szakítunk egy-egy rosttételből. A szakítóerők egyenlőtlenességét 100 érték esetén a négyzetes szórással, 30 érték esetén a Sommer-féle egyenlőtlenességi értékkel jellemezzük. A TKI különböző befogási hosszakkal összehasonlító vizsgálatokat végzett különböző rostokkal, különböző feldolgozási műveletek közbeni termékein 10 és 100 mm-es befogási hosszakkal, melynek eredményeit az 5. táblázat tartalmazza.

5. táblázat

Anyag megnevezése	Gereben	Szalagosító	Előnyújtó	I. nyújtó	II. nyújtó	III. nyújtó	Fonal	Megjegyzés (500 mm-es fonalszakítással nyert értékek)
Finomszálú belga len 10 mm befogási hosszánál	39,5	44,6	43,6	44,3	39,6	37,5	34,6	
100 mm befogási hosszánál	17,3	13,6	11,4	11,6	11,9	7,8	27,6	20,3
Belga durva len 10 mm befogási hosszánál	50,9	48,6	43,0	40,7	40,2	35,9	36,7	
100 mm befogási hosszánál	18,2	13,2	12,5	12,4	11,3	9,8	25,3	19,8
Hazai rövidsz. len 10 mm befogási hosszánál	37,3	37,8	36,0	34,3	35,7	33,7	35,1	
100 mm befogási hosszánál	14,3	9,7	8,4	9,5	7,6	7,3	26,5	20,4
Hazai hosszús. len 10 mm befogási hosszánál	51,7	55,0	47,8	45,6	40,4	40,4	41,5	
100 mm befogási hosszánál	19,4	16,3	16,3	14,5	12,3	10,9	28,5	22,1

Fenti néhány adat arra enged következtetni, hogy a hosszúszálú durva lenek — jöllehet nagy szakítóhosszat mutatnak, ellenben a feldolgozás során

a rostszálak nagy mértékben felhasadnak, megrövidülnek és finomodnak, ezzel párhuzamosan nagyobb mértékben csökken ezen anyag szakítóhossza, mint azon gerebenleneké, amelyek eredetileg már rövidebb szálhosszt, vagyis nagyobb-mértékű osztottságot, nagyobb finomságot és ennek megfelelően már eredetileg kisebb szakítóhosszt mutatnak. Általában a 40–50 km szakítóhosszat mutató nyersanyagból készült 13–15-ös fonalak szakítóhossza 500 mm-es befogási hossz mellett nem mutat jellegzetes különbséget, az átlagértékek 19,8 és 22,1 km között változnak.

A rostok szakítóhossza általában a rostfeldolgozás során csökkenést mutat, azt is hogy a rostszálak fokozatos finomodásával együttjár a szakítóhossz csökkenése.

A 100 mm-es befogási hosszú fonaldarabok szakításával nyert szakítóhosszak kb. 20–30%-kal kisebbek, mint a 10 mm-es befogási hosszal nyert szakítóhossz, az 500 mm-es befogási hosszal nyert szakítóhosszak pedig 42–47%-kal kisebbek, mint a 10 mm-es befogási hosszal nyert szakítóhosszak, de még mindig lényegesen magasabbak, mintegy kétszeresei, némely esetben háromszorosai az utolsó nyújtógép szalagjára vonatkozó 100 mm-es befogási hossz mellett nyert szakítóhossznak. Ebből arra lehet következtetni, hogy 100 mm hosszú rostkötegek szakításával nyert szakítóhosszak, amelyek főleg a sejtek közötti ragasztóanyag tapadására jellemzőek, nem alkalmasak a fonal várható szakítóhosszának megítélésére.

Az eddigi vizsgálati eredmények azt mutatták, hogy a 100 mm-es befogási hossz mellett végzett rostkötegszakítási eredmények és az 500 mm-es befogási hossz mellett végzett fonalszakítási eredmények, azaz szakítóhosszak között nincs okozati összefüggés. A korrelációs tényező messze a véletlenszerű által meghatározott határ alatt marad. Gerebenlenek és ebből készült fonalak összehasonlító vizsgálatai szerint a legszorosabb korreláció a rost finomsági száma és a fonal szakítóhossza között mutatkozik, ami arra mutat, hogy a rost előkészítésének igen fontos szerepe van és lehetőleg finomszálú egyenletes gerebenrostból lehet nemcsak magasabb finomsági számú fonalat, hanem nagyobb fajlagos szakítószilárdsággal bíró fonalat készíteni.

Az eddigi rostsakítási vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a rövid befogási hossz mellett végzett rostsakítási eredmények, melyek megközelítően a sejtfal szilárdságát jellemzik, alkalmasak a rostoknak a fonó szempontjából mértékadó minősítésére.

4. Háncrostok hajlítási merevségének vizsgálata

A rostok hajlékonyságát, illetve hajlítási merevségét elsősorban a rostok átmérője befolyásolja. Ezenkívül a sejtfal szerkezet, valamint a sejteket összeragasztó anyag is befolyást gyakorol a rostok hajlékonyságára. A rostok hajlékonysága a kifogásolhatóság szempontjából szintén fontos jellemző és mivel a

szálvastagságon kívül egyéb szerkezeti adottságok is befolyásolják a hajlékonyságot, a szovjet szabványok előírják a rostok hajlítással szembeni merevségének vizsgálatát. Szovjet módszerekből kiindulva a TKI hasonló készüléket készített a rostok hajlítási merevségének vizsgálatára.

10 rostnyalábbal végzett vizsgálat átlagos lehajlási értéke adja a rost hajlítási merevségét jellemző mutatószámot. Minél nagyobb a lehajlás, annál kevésbé merev a rost, annál könnyebben fonható ki magasabb finomsági számú fonallá. A rostok hajlítási merevségére jellemző mutatószámok például a következők :

Anyag megnevezése	Nm 20 mm vágási hossz	Lehajlás		
		legkisebb mm	legnagyobb mm	átlagérték mm
Belga gerebenlen	420	35	90	58
Graffietta gerebenkender.....	165	15	44	28
Nápolyi gerebenkender	182	15	48	34,4
Rami	159	25	50	34,4

A lehajlás nagy mértékben függ a rostok nedvességtartalmától, így pl. hazai gerebenkenderre vonatkozóan a következő értékeket találtuk :

A levegő relatív nedvessége	Átlagos lehajlás
50	34
65	45
80	63
90	73,5

Ezen néhány adat mutatja, hogy a háncsrostok hajlítási merevsége lényegesen nagyobb mértékben csökken a nedvességtartalom növekedésével, mint a szakítószilárdság.

JAVASLATOK A MAGYAR KENDERROST MINŐSÉGÉNEK MEGJAVÍTÁSA ÉRDEKÉBEN

TÖMÖRKÉNY LÁSZLÓ

1. *A magyar kendernek, mint ipari növénynek vérfelfrissítésre van szüksége.*

A magyar kenderrostok minősége a háború után erősen visszaesett. Ez a megállapítás vonatkozik mind a szakítószilárdságra, mind a szálfinomosságra. A szakítószilárdságban való visszaesés bár jelentős, de a gyakorlatban és általában nem olyan mérvű, mint amilyen a kísérleti parcellák összehasonlító adataiból leszűrhető volna. A szálfinomosságban való eldurvulás azonban igen nagy méretű. Azzal a hajszerűen finomszálú és puhafogású kenderrostoppal, amely a szövőfonalak gyártására különösen alkalmas, az utóbbi években csak igen elszórtan találkozunk.

Azt a szívós munkát, amelyet neves növénynemesítőink a háború előtti időkben folytattak és amely szívós munka révén a mezőgazdaság annak idején már tetemes mennyiségű nemesített maghoz jutott, a háború pusztításai úgyszólván teljesen tönkretették, úgyhogy a háború után tulajdonképpen újra el kellett kezdeni a nemesítés nehéz munkáját.

1953-ban bizonyos fokú vérfelfrissítés már bekövetkezett, ha nem is a növénynemesítés és a magtermelés, de legalább a rosttermelés vonalán. Az elmúlt évben ugyanis rosttermelés céljára nem állott elég kendermag rendelkezésre és a hiányt — az egész szükségletnek kb. 3/4 részét — külföldi magokkal kellett pótolni. A behozott török, de főleg kínai magvak egy jó részéből, magas szakítószilárdságú, I. oszt. magyar kender minőségének valóban megfelelő rostot nyertünk. Összehasonlítva ezen rostokat az előző években kapottakkal, a rostok szakítószilárdsága tekintetében jelentős javulást állapíthatunk meg.

2. *A növénynemesítő a célok kitűzésébe és az eredmények kiértékelésébe vonja be a fonószakembert is.*

A múltban a növénynemesítő eleinte csak a termelővel állott szoros kapcsolatban, csak a termelő érdekeit nézte és csak arra törekedett, hogy a munkájával minél nagyobb fajlagos kóróhozamot tudjon elérni. Neves növénynemesítőink között *Fleischmann Rudolf dr.* volt az első, aki egy lépéssel tovább ment, a termelő érdekein túl tekintetbe vette a kikészítő érdekeit is, mert olyan kenderfajtát igyekezett kifejleszteni, amely nagy fajlagos kórótermést ad és amellet ugyancsak nagy rosttartalommal is rendelkezik.

Csak az utóbbi időben találkoztunk a »Fertődi« magnál olyan törekedéssel, hogy *Beke Ferenc* növénynemesítő a célkitűzései közé a rostmennységeken túlmenőleg, a rostok szakítószilárdságát is beiktatta.

Ez valóban komoly előrehaladás, de még nem elegendő. A szövőfonal gyártásánál a rostok fonótechnikai tulajdonságai között a szálfínomságnak közel olyan nagy szerep jut, mint a szakítószilárdságnak. Szükséges tehát, hogy a növénynemesítő a célkitűzéseinek a kijelölésébe, valamint a kísérleti eredményeinek a kiértékelésébe a termelőn és kikészítőn túl a fonószakembert is belevonja.

Ez a kívánalom különben természetes is, mert *komplex problémát csak közös erőfeszítéssel lehet megoldani.*

3. *A kikészítőtelepek vezessenek olyan anyagkönyvelést, hogy az általuk kikészített rostok bizonyos tételeire vonatkozólag meg tudják adni azok származási adatait, ill. termelési körülményeit.*

A rostoknak a minőségét — miként általánosan ismeretes — nemcsak nemesített magvak felhasználásával, hanem a talajnak megfelelő trágyaerőben való tartásával, valamint a föld megfelelő megmunkálásával lehet elérni. Az is általánosan ismeretes, hogy ez az utóbbi legalább annyira fontos, mint a trágyaerő, mert lehet egy terület megfelelő termőerőben, de ha nincsen úgy megmunkálva, mint ahogyan az kender alá elő van írva, akkor a kender egyenetlen, hepehupás növésű lesz és egyenetlen rostot is fog adni.

Ahhoz, hogy a minőségjavítás vonalán következetesen előre tudjunk haladni, ahhoz, hogy a jó minőségű rostoknak termelési körülményeit és követelményeit példaképpen állíthassuk magunk elé, ismernünk kell azoknak származási körülményeit. Más szóval, ha például a fonoda egy leszállított rosttételről megállapítja, hogy az jó, hogy ezen minőség beleesik a fejlődés vonalába és hogy ezentúl jórészt ilyen, vagy ehhez hasonló minőségű rostokat kellene mindenütt előállítani, akkor ismernünk kell azok származási körülményeit.

Tudnunk kell tehát, hogy milyen magból származik a kóró, milyen jellegű volt a talaj, milyen trágyaerőben volt és miképpen volt megmunkálva a terület, amelyen a kendert termelték, mikor vetették el a magot és mikor aratták le a kórót.

Tudjuk, hogy a rengeteg kistermelő mellett ezt mind számon tartani képzetlenség volna. Erre nincs is szükség és nem is volna értelme azt megkísérelni. Szükség van azonban arra, hogy a bizonyos fokú tudományos felkészültséggel rendelkező állami gazdaságok, valamint nagyobb termelő szövetkezetek kóró szállítmányai a fentjelzett regisztrálás mellett kerüljenek feldolgozásra, mert különben nem látjuk tisztán az előrehaladás irányvonalát. Ha a fentjelzett adatokat nem tartjuk számon, akkor legfeljebb a fajlagos kórótermésre vonatkozólag állanak rendelkezésre mennyiségi adatok, de a minőségi rosttermelésre vonatkozólag szilárd támpontunk nincsen.

Az előadásokat rendkívül élénk vita követte, amelyben mind növénynemesítőink, mind textilszakembereink részt vettek. Zilahi Márton, a műszaki tudományok kandidátusa a rostvizsgálati módszerekhez, Bócsa Iván a kendernemesítés kérdéséhez, Manninger István a lennemesítési módszerek alkalmazásának kérdéséhez szolt hozzá. Ezeken kívül még számos hozzászólás hangzott el az egész előadott anyaggal kapcsolatban.

A résztvevők javaslatára az ankét határozati javaslatot fogadott el illetékes vezető szervekhez történő továbbítás céljából.

HAZAI ROSTNÖVÉNY ANKÉT HATÁROZATAI

Az ankét tárgyalásai során egyhangúlag kitűnt, hogy a gyapot, rami, kenaf, jukka és egyéb hasznosítás alatt levő növények nagyüzemi termelése nem vezetett átütő eredményhez, sem ipari, sem mezőgazdasági szempontból. Ezért a jövőben elsősorban a két őshonos magyar rostnövény, a kender és a len termelésének megfelelő szintre való emelését kell megvalósítani.

Az ankét felhívja az illetékesek figyelmét a rostlen és kender termelésének elmaradottságára, mely akadályozza rostiparunk jó minőségű nyersanyaggal való ellátását és évről évre rost-importhoz vezet.

Bár az utóbbi években e két rostnövény terméshozama mennyiségileg emelkedett, a nyersanyag minősége (rostlen- és rostkender-kóró) még mindig nem felel meg az ipar kívánalmainak.

Nagyüzemi termelésnél az állami gazdaságok — munkaerőhiány miatt — gyakran elhanyagolják aratás után a kóróanyag szakszerű kezelését, mely az anyag értékének nagyméretű csökkenéséhez vezet.

Ezért az ankét újból felhívja az illetékesek figyelmét a rostnövények minőségi termelésének hiányosságaira és ezek orvoslására.

Nemesítés

Még mindig nem állnak rendelkezésre hazai nemesítésű rostlen és rostkender fajták, melyek szélsőséges talaj és klimatikus viszonyainkhoz jobban képesek alkalmazkodni, mint a külföldről behozott, gyakran ismeretlen értékű fajták. Elsősorban elő kell segíteni a gabonaaratásnál korábban érő, szalmaszilárd, erős, bő rosthozamú, betegség ellenálló rostlen fajták nemesítését és a nemesítés alatt álló fertődi, kompolti és tiborszállási fajták erős szilárdság és bő rosthozam tekintetében való további fejlesztését, sokat ígérő heterózis-kenderfajták előállítását, a rost- és fonóipar igényeinek és lehetőségeinek figyelembevételével. Emellett a minőség javítására, minőségi vizsgálatok tökéletesítésére kell nagyobb súlyt fektetni.

Vetőmagtermesztés

A minőségi vetőmag előállítása rostlennél a megoldás útján halad, súlyos nehézségek mutatkoznak azonban a kender-vetőmag előállításánál, különösen azért, mert magkender-arató és cséplőgépek nem állnak rendelkezésre.

A kender vetőmagtermelés rendszerét Mohácsi Tivadar javaslata értelmében kell megszervezni, hogy a lápon való ismételt magtermeléssel is okozott minőségi romlás megszüntethető legyen.

Agrotechnika

A rostonövények rostszöveveinek teljes értékű kifejlődéséhez elengedhetetlenül szükséges a szakszerű agrotechnika. A párt- és kormányhatározat értelmében az elővetemény helyes megválasztásával; az őszi szántás időben és jó minőségben való elvégzésével; a kendernél bőséges, érett istállótrágyázással; a műtrágyák fokozott használatával meg kell teremteni a minőségi rosttermések alapját. Különös súlyt kell fektetni a helyes időben való vetésre, a növényápolás végrehajtására, a kellő érési fokban való aratásra, a termés aratás utáni gondos kezelésére, hogy ezáltal a kender fokozatosan bekövetkezett romlása megállapítható legyen, illetve a minőségjavítást biztosítsuk.

Növényvédelem

A rostlennél rezisztens fajták nemesítése mellett a vetőmag gondos kezelésével, tisztításával és pácolásával elejét kell venni a lenbetegségek elterjedésének és terjesztésének. Ugyanakkor vegyi gyomirtószeres használatával a lenvetések mindinkább elhatárolódó gyomosodását meg kell szüntetni. Gondoskodni kell gépi porozó és permetező gépek kellő számban való beszerzéséről, rendelkezésre bocsátásáról.

Gépesítés

Megfelelő mennyiségben kell biztosítani az eddigi gyakorlatban igen jól bevált csehszlovák gyártmányú lennyűvő gépeket, továbbá a kipróbálás alatt levő szovjet kendervágó gépek mellett gondoskodni kell a kendervágás céljára hazai marokrakó aratógépek átalakításáról. Magkender aratáshoz és csépléshez biztosítani kell megfelelő számú gép legyártását vagy behozatalát.

Szervezés

A minőségi rostlen és rostkender termelés, illetőleg az egyöntetű homogén rostanyag biztosítása érdekében szükséges, hogy az állami gazdaságok az eddigieknél nagyobb mértékben vegyenek részt a termelésben.

Rost-minősítés

Szükséges az objektív háncsrost-minősítési módszereknek tudományos alapon való továbbfejlesztése azzal a célkitűzéssel, hogy olyan objektív minőségi jellemzők állapítsanak meg, melyek a gyakorlati felhasználás szempontjából való minősítést lehetővé teszik.

Rost-feltárás

A rost-feltárás technológiájának olyan módosítása, amely a mennyiségi termelés mellett a legjobb minőséget még fokozottabban biztosítja. Ezzel kapcsolatban fontos olyan módszer kidolgozása, mely az áztatás mértékének objektív meghatározását teszi lehetővé, valamint gondoskodásnak kell történnie a rostipar fokozottabb gépesítése tekintetében is, mind a szál, mind a kóckidolgozás terén. Foglalkozni kell továbbá a kenderkóró zöld hántolásával és vegyi feltárásával is.

Rost-fonás

Háncsrost-fonó iparunk gép-parkja erősen elavult és megnehezíti a kielégítő minőségi fonalak gyártását.

Az ankét vitájából kitűnt, hogy csak a mezőgazdaság és az ipar szoros együttműködése vezethet arra, hogy megfelelő minőségű nyersanyaggal láthassuk el a hazai textilipart.

Az elnök záróbeszédében megköszöni a hozzászólásokat és az ankétot bezárja.

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK TEVÉKENYSÉGÉBŐL

1955. január—június

Nagygyűlés

A májusban megtartott Akadémiai Nagygyűlésnek különös jelentőséget adott az a körülmény, hogy az egyben felszabadulásunk első tíz esztendejének fordulója is volt. Hevesi Gyula osztálytitkári beszámolója átfogó képet adott az elmúlt tíz év műszaki tudományos életéről, ismertette az Osztály tagjainak elért kiemelkedőbb tudományos eredményeit, a Műszaki Tudományok Osztálya jelenlegi helyzetét és végül az elvégzendő legfontosabb feladatokat. A beszámoló kiegészítésképpen Geleji Sándor akadémikus a tudományos minősítések helyzetéről és a folyóiratok kiadásáról, Bognár Géza lev. tag a rendezvényekről és kiküldetésekről, Kovács K. Pál lev. tag pedig a könyvkiadásról adott tájékoztatót.

A Nagygyűlésen székfoglalók, illetve előadások alakjában a következő akadémikusok ismertették legújabb kutatási eredményeiket:

Geleji Sándor akadémikus »A nagy alakváltozásokkal járó képlékeny fémalakítás mechanikájának továbbfejlesztése« című székfoglalójában új számítási módszereit ismertette és a képlékeny alakítás három, a gyakorlat számára igen fontos kérdésével foglalkozott.

Fonó Albert lev. tag »Acéliparunk hőenergia gazdálkodásának feladatairól« című székfoglalójában a kohóipari üzemek energiafogyasztásának, az energia-veszteségek mértékének általános elemzését adta és módszereket ismertetett az üzembiztonság fokozására.

Heller László lev. tag székfoglalójában »Atomerőművek felépítésével kapcsolatos új termodinamikai szempontok és lehetőségek« címen az atomerőművek fejlesztésével kapcsolatos tényekből kiindulva általános képet adott kalorikus szempontból nézve a fejlődés nézete szerint leginkább racionálisnak látszó lehetséges irányaira

Major Máté lev. tag »Az építészet dialektikája« címmel tartott előadást.

Az osztályvezetőség munkája

Az osztályvezetőség megvitatta a kutatási rendszerünk racionalizálása céljából létrehozott Racionalizálási Bizottság által kidolgozott, a Minisztertanácshoz történő felterjesztésre előkészített javaslatot, amely kitért a kutatóintézetek ügyviteli szabályzatára, a pénzügyi gazdálkodás átszervezésére, a kutatóintézetek működésének megkönnyítését célzó különböző javaslatokra.

Beszámoltatta a három osztályvezetőségi intézőbizottságot (Műszaki-Ipari, Földtudományi és Építéstudományi) az elmúlt periódus alatt végzett munkájukról és határozatokat hozott a létesítendő Akadémiai Építéstudományi Intézetre vonatkozó tervezet kidolgozásával, egy építéstudományi akadémiai folyóirat kiadásával, a műszaki sajtó felülvizsgálatával, aspiránsok külföldi kiküldetésével stb. kapcsolatban.

Behatóan megvitatta az Akadémia új alapszabálytervezetét és azon számos lényegbeli módosítás végrehajtását javasolta.

Meghallgatta a Mérés-technikai és Műszerügyi Intézet, valamint az Automata Kutató Laboratórium vezetőségének beszámolóját és határozatokat hozott az Intézet távlati tervének elkészítése, a számológép-csoport munkájának elősegítése, az Intézet elhelyezése stb. kérdéseiben.

Az osztályvezetőség megkezdte kisebb csoportok létesítésével a tudományos kutatás elvi jelentőségű módszertani és szervezeti kérdéseinek megvizsgálását. Ezek között szerepel a Műszaki Tudományok Osztálya feladatainak és a népgazdaság munkájában való mikénti részvételének az eddigi tapasztalatok figyelembevételével történő meghatározása, az egyetemeken folyó kutatás helyzetének tisztázása, a műszaki-tudományos dokumentáció fejlesztése, az ipari kutatások gazdaságossági kiértékelésére szolgáló módszer kidolgozása stb. E kérdésekkel az osztály a jövőben alapvető módon kíván foglalkozni.

A BIZOTTSÁGOK MŰKÖDÉSE

Geológia

A földtan területén az elmúlt hónapokban a komlói kőszénkészlet kérdéseivel foglalkoztak. Az eddigi eredmények alapján biztosítottnak tekinthető, hogy a komlói és pécsi bányászat olyan reális minősítési kulcs birtokába jut, amely a feltárt kőszénkincs megfelelő kategorizálását teszi lehetővé.

Az INQUA keretében Kriván Pál »A paksi alapszelvény« címen megtartott előadása, illetve az azt követő vita egyebek közt a pleisztocén üledékképződésre vonatkozóan figyelemreméltó eredményeket adott.

A Geokémiai Albizottság kétnapos helyszíni kiszállással egybekötött ülésén megvitatta a hazai vaskohászat szempontjából döntő jelentőségű rudabányai ércbányászat további lehetőségének kérdéseit és a folyamatban levő 1000 m-es kutató mélyfúrások problémáit. Az albizottság az Ércbányászati Igazgatósággal együttműködve a jövőben rendszeres helyszíni kiszállásokkal egybekötött ülésein Nagybörzsönyön, Telkibányán, Urkuton, Gyöngyösoroszin és a Velencei hegység területén fog foglalkozni az ércbányászat fejlesztési lehetőségeivel.

Geodézia és geofizika

A Geodéziai és Geofizikai Főbizottságok Koordináló Bizottsága megvitatta a gravitációs hálózatok mérési és értékelési munkáinak előrehaladását. Megállapították, hogy az 1950. évben megkezdett és az 1955. évben befejezésre kerülő I. és II. rendű gravitációs alappontok koordinátáinak az Állami Földmérési és Térképészeti Hivatal rendszerében történő meghatározására mind vízszintes, mind függőleges vetületben haladéktalanul szükség van. A bizottság felhívta erre illetékes szervek figyelmét.

*

A Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió Magyar Nemzeti Bizottsága kidolgozta javaslatát az 1957/58-ban rendezendő Nemzetközi Geofizikai Év hazai vonatkozású munkálataira, melyet tájékoztatásul megküldöttünk a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának, továbbá a Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió főtítkárságának.

Bányászat

A Bányászati Főbizottság beszámolót hallgatott meg a Gál-Gerber-féle kísérleti mélyfúrógéppel eddig elért eredményekről, és a fúrógép átszerkesztésével kapcsolatos problémákról.

Foglalkozott a szilikózis elleni küzdelem kérdéseivel és javasolta egy tárcaközi szilikózis-bizottság megalakítását.

*

Az Ércbányászati Albizottság a tűzállóanyagok kutatásának, feltárásának és bányászatának jelenlegi helyzetét ismertető tanulmányt hallgatta meg és javaslatokat dolgozott ki a legfontosabb feladatok elvégzésére.

*

A Bányászati Főbizottság Sopronban megtartott »Bányászati Ankét«-ján a szénbányászat, ércbányászat, ásványbányászat, bauxitbányászat és olajbányászat első öt éves tervének eredményeit és a második öt éves terv célkitűzéseit vitatta meg.

*

A Bányagépesítési Albizottság Sopronban megtartott széleskörű ülésén a bányagépesítés kérdéseivel és a vonatkozó kutatások eredményeinek értékelésével foglalkozott.

*

Hidrológia

A Hidrológiai Főbizottság és az Öntözési és Belvízrendezési Bizottság az öntözés tervezésének és az öntözésre berendezett területek hasznosításának időszerű kérdéseivel foglalkozott. A bizottság úgy határozott, hogy javasolja az északafrikai öntözésnél alkalmazásban levő »Neypric« automatikus vízmérő és vízszabályozó berendezés hazai alkalmazását és felhívja a figyelmet a szükséges mintadarabok mielőbbi beszerzésére.

*

A Hidrológiai Főbizottság meghallgatta a Magyar Hidrológiai Társaság beszámolóját az elmúlt évi munkáról és útmutatást adott az 1955. évi munkaterv összeállításához.

*

Energetika

Az Energetikai Főbizottság munkájának középpontjában Magyarország energiagazdálkodási távlati kerettervének kidolgozása van. E keretterv elkészítése a tervszerű energiagazdálkodás szempontjait figyelembevéve, ma már nélkülözhetetlen. Az elgondolás szerint a terv öt főrésze fog oszlani: a jelenlegi állapot helyzetképe, az energiaigények várható alakulására, a hazai energiaforrások összeállítására, a műszaki fejlesztés lehetőségeire és a tervszerű energiagazdálkodáshoz kapcsolódó egyéb kérdésekre (ütemezés, kutatás, oktatás és kaderszükséglet).

A főbizottság határozata alapján a keretterv 10 évre konkrét alakban, további 10 évre pedig távlati formában fog készülni, A terv kidolgozásának részletes előkészítése a Hőenergetikai Bizottság és Villamos Bizottság feladata.

A főbizottság felkérte az érdekelt bányászati, földtani, hidrológiai, vas-kohászati, fémkohászati, gépészeti, közlekedés- és településtudományi, építés-

tudományi, valamint a szerves és szervetlen kémiai technológiai szakterületek főbizottságait a keretterv elkészítésében való közreműködésre.

*

A Hőenergetikai Bizottság részletesen megtárgyalta a mélybányák klimatizálásának kérdését és konkrét javaslatokat tett a közelebbi vizsgálatok lefolytatására.

A *Villamos Bizottság* foglalkozott a 120 kV-os belsőtéri kapcsolóberendezésekkel és előterjesztést tett a további fejlesztés tárgyában a Vegyipari és Energiaügyi Minisztériumnak. Tárgyalta továbbá a hálózatok túlfeszültségvédelmének kérdését és állandó bizottságot szervezett a túlfeszültségvédelem javítása és fokozása érdekében.

*

Kovács K. Pál lev. tag »Lüktető nyomaték aszinkron motorok aszimmetrikus üzemében« címmel tartott előadást az osztály felolvasó ülésén.

Kohászat

A Vaskohászati Főbizottság javaslatot dolgozott ki a kohászat kis kén-tartalmú tüzelőanyagszükségletének ellátására. A javaslat foglalkozik a nagy kén-tartalmú tüzelőanyagok használata következtében az acélgyártásban mutatkozó nehézségekkel és ezzel kapcsolatban rámutatott arra, hogy a nagylengyeli olaj feldolgozása során el kell érni, hogy az a kohászat részére melléktermékként maximum 1–2% kén-tartalmú pakurát szolgáltatson. A főbizottság javaslatát illetékes szervhez továbbítottuk.

Foglalkozott a továbbiakban az 1954. évi kutatások értékelésével, valamint a jelenlegi kutatási feladatokkal és sajnálattal állapította meg, hogy a kutatóintézetek felszerelésének fejlesztése az utóbbi időben csaknem teljesen megakadt. Megállapította azt is, hogy az iparfejlesztés és tudományos tervezés kellő koordinálásának hiánya volt többek között egyik oka annak, hogy a már elért kutatási eredmények ipari bevezetése nem volt megvalósítható.

Megvitatta a szélfrissítés legújabb eredményeinek és a hazai bevezetés lehetőségének kérdését is. Ez egyike hazai acélgyártásunk legfontosabb problémáinak, miután a konvertézis bevezetése látszik legalkalmasabbnak a fokozódó ócskavashiány enyhítésére.

*

Az Elektrometallurgiai Albizottság a hazai karbidgyártás helyzetével jelenlegi gyártási módszerével, az önsülő elektródával kapcsolatos masszaminőség technológiai adatok stb. kérdéseivel foglalkozott.

Megvitatta »A nagylengyeli petrolkoksz, mind anódmassza« c. témában elért eredményeket és ennek alapján javaslatot terjesztett illetékes szervekhez a nagylengyeli petrolkokszból nagyüzemi masszakísérletek végzése érdekében.

*

A *Fémkohászati Főbizottság* a szakterületen folyó kutatómunka helyzetével foglalkozott. Felmerült az a javaslat, hogy a ferrovanádium-import csökkentésére célszerű lenne külföldről vanádiumpentoxidot importálni, miután a magyar ipar részéről előállított vanádiumpentoxid a szükségleteket nem képes fedezni, viszont ferrovanádium-gyártási kapacitásunk elegendőnek mutatkozik.

A főbizottság szükségesnek tartja a vanádiumkutatások továbbfolytatását, főleg ipari kutatás keretében.

A főbizottság foglalkozott a második ötéves kutatási tervjavaslatnak a timföldgyártás és színesfémkohászat területén szükségesnek látszó módosításával is.

*

A *Fémfeldgyártmány Albizottság* a *Színesfémkohászati Albizottsággal* együttesen megtartott ülésén a rézalapú hulladékok feldolgozásának kérdésével foglalkozott. Az ismertető előadás kitért a kohósításnál mutatkozó veszteségekre, a feldolgozás során használható kemencékre, az öntési módokra és végül a műszerezés és automatizálás jelentőségére. A bizottságok felhívták a Kohó- és Gépipari Minisztérium figyelmét a kérdés hazai fémkohászatunk szempontjából való fontosságára.

A továbbiakban megvizsgálta az alumínium készárugyártás terén elért újabb eredményeket; a 99,99% alumínium gyártási módszerét, a vezetőképes anyag minőségjavítását, a járműipar, a villamosipar, vegyi és csomagolóipar, tömegcikkipar, építőipar területén alkalmazható alumínium készárugyártását. Megállapította, hogy a távlati tervek összeállításánál fokozott gondot kell fordítani könnyűfémfeldgyártmány-üzemeink korszerűsítésére, továbbá az alumínium készárugyártás fokozásához szükséges prototípusok zavartalan előállítására.

*

Az *Öntödei Albizottság* rendezésében megtartott felolvasóülésen Körösi Béla kandidátus »A hengerműi hengerek gyártása magnéziummal nemesített öntöttvasból« címen tartott előadást, melyben több év kutatási eredményeit foglalta össze, ismertetve az üzemi kipróbálás adatait is.

Gépészet

A Gépészeti Főbizottság az albizottságok 1954. évi munkájának elemzésével foglalkozott, és elismerését fejezte ki az Áramlástechnikai, Fogaskerék, és Gépgyártástechnológiai Albizottságoknak eredményes munkájukért. Fontos, az

egyes albizottságok 1955. évi munkájára irányadó határozatokat hozott, melyek szerint : a Gépgyártástechnológiai Albizottságnak behatóan kell foglalkoznia az eddig elhanyagolt forgácsnélküli hidegalakítás kérdéseivel és szorosan együtt kell működnie a Kohászati Félgyártmány Főbizottsággal, illetve a miskolci Kohógéptani Tanszékkel ; a Fogaskerék Albizottságnak tájékoztatnia kell a Kohó- és Gépipari Minisztériumot a fogaskerék fásasztókísérletek terén végzett eddigi munkáról és további feladatokról, támogatást kérve a fejlesztési munkák, valamint az egyes ipari üzemekkel megvalósítandó kísérleti kooperáció biztosításához ; a Gépgyártástechnológiai és Belsőégésű Gépek Albizottságai fordítsanak nagy gondot a hegesztett szerkezetű Diesel-motorok hazai gyártásának előkészítésére és tegyenek javaslatot a hazánkban meglévő nagyfrekvenciás edzőberendezések megfelelő kihasználására.

A főbizottság foglalkozott az élelmiszergépészet ipari és tudományos kutatási feladatainak meghatározásával ; javasolta, hogy az MTA Méréstechnikai és Műszerügyi Intézete, a Hőtechnika-, Műszeripari Kutató Intézet, valamint a Villamosgépek Üzemtana Tanszék létesítsenek szoros együttműködést az élelmiszeripar 7 kutatóintézetével az élelmiszeripari gépészeti kutatás elősegítésére. Az Élelmiszeripari Minisztérium vizsgálja meg az iparág egy-egy üzemének gépesítés, illetve mérés-technikai és automatizálási szempontból mintaüzemmé történő kifejlesztése lehetőségét.

Megvizsgálta továbbá a Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Kara tanszékeinek tudományos és ipari tevékenységét.

Meghallgatta a centrifugális-szivattyú minőségének javítására irányuló tudományos és ipari kutatómunka eredményeiről és a megoldandó további feladatokról szóló beszámolót, melyet helyesléssel vett tudomásul. A főbizottság egyetértett a kutatás megjelölt irányával és annak elvégzését népgazdasági szempontból fontos feladatnak minősítette.

*

A *Kombájn Bizottság* megvitatta a külkereskedelmi szervek összefoglaló jelentését, amely az Argentínában kipróbált magyar arató-cséplőgépek bírálatát is tartalmazta. A bizottság 45 pontban határozta meg azokat a műszaki fejlesztés szempontjából fontos feladatokat, amelyek a külföld igényeit is tartalmazzák. A bizottság állást foglalt a f. évben Csehszlovákiában végzendő kombájn-tömegkísérletek kérdésében ; azok elvégzését fontosnak tartja, valamint azt is, hogy a záróértekezleten a magyar delegáció is résztvegyen.

*

A *Vegyigépészeti Albizottság* megvitatta a vegyigépészeti szakképzés, felsőoktatás és továbbképzés kérdéseit elemző elaborátumot, melynek gondosan és alaposan összeállított anyagát a felsőoktatási reform során az Oktatásügyi Minisztérium figyelembe fogja venni.

Foglalkozott a vegyipari gépgyártás fejlesztésének kérdéseit összefoglaló tanulmánnyal is, mely a vegyipari gépgyártásnak a háborúelőtti helyzethez

viszonyított visszafejlődését állapította meg és részletes javaslatot dolgozott ki a vegyipar gyártásának a vegyipar szükségleteinek megfelelő fejlesztésére.

*

A *Belsőégésű Gépek Albizottsága* a tehergépkocsik és autóbuszok továbbfejlesztésével kapcsolatos beszámolókat vitatta meg. A beszámolók egyrészt a Csepel-motor égésterét korszerűsítő kísérleti és tudományos munkával, a turbófeltöltő fejlesztésével, valamint a fogaskerékgyártás és konstrukció korszerűsítésének kérdéseivel, másrészt az autóbuszgyártás terén eddig elért eredményekkel foglalkoztak.

Az albizottság az Aviatikai Albizottsággal együttes ülésén meghallgatta a Budapesti Műszaki Egyetem Repülőgép Hajtóművek Tanszék tudományos munkájára, illetve a Ganz Vagongyárban folyó turbófeltöltő gyártás jelenlegi állására vonatkozó beszámolókat. Megvitatásra kerültek a »gázturbinás hajtómű csöves tüzelőterének vizsgálata«, »lűkettő sugárhajtóművek«, végül »kísérletek kisméretű gázturbinás repülőgép sugárhajtóművekkel« című témák. Az albizottságok a tanszék munkáját mind műszerszerkesztés, mind káderképzés szempontjából nagyjelentőségűnek minősítették és iparfejlesztési szempontból, elengedhetetlenül szükségesnek tartották, hogy a gázturbinák fejlesztése (elsősorban stabil, esetleg mozdony gázturbinák), vagyis kísérleti példányok szerkesztése, építése és kikísérletezése az új ötéves tervben megfelelő súllyal szerepeljen.

*

A *Gépgyártástechnológiai Albizottság* beszámolót hallgatott meg a szerzőméllel rakó hegesztés metallográfiai kérdéseiről, valamint az ipari bevezetés helyzetéről. A beszámoló és azt követő vita alapján a bizottság nagyjelentőségűnek minősítette a területen folyó kutatómunkát, mely ipari szempontból is nagy fontossággal bír, figyelembevéve az importanyag megtakarítás lehetőségét. Az albizottság megjelölte az alkalmazás területeit, valamint az élfelrakóhegesztés vizsgálatainak további irányait.

*

Az *Áramlástechnikai Albizottság* megvitatta a MÁVAG-gyár új bányaszivattyú prototípusainak laboratóriumi vizsgálataira vonatkozó beszámolót. Az elkészült prototípusok világviszonylatban is kiváló hatásfokot (80,5 és 83,2%) mutatnak. Bár a megfelelő minőséget biztosító eljárások alkalmazása az eddiginél drágább szivattyút eredményez, a költségek a hatásfok-növekedés következtében néhány hónapon belül megtérülnek. Az albizottság javasolta a Szénbányászati Minisztériumnak a prototípus-szivattyúk nagyüzemi kipróbálását, amely célra a minisztérium a Dorogi Bányatröszttöt jelölte ki.

A továbbiakban foglalkozott a Budapesti Műszaki Egyetem Vízgépek Tanszékén folyó kavitációs kutatással kapcsolatos munkával és meghallgatta

az erre vonatkozó beszámolót. A Ganz-Gyárban a Tanszéken tervezett vízütéses anyagvizsgáló-berendezés összeszerelése folyamatban van és rendelkezésre állnak a magnetrostrikciós berendezéshez szükséges próbadarabok is. Az Albizottság javasolta a vizsgálatok olyanirányú kiterjesztését, mellyel megállapítható, hogy az egyes vizsgálati berendezésekkel okozott roncsolás mennyire egyezik meg a vízgépeknél ténylegesen mutatkozó jelenségekkel.

*

Rázsó Imre lev. tag vitaülés keretében beszámolt a Szovjetunióban tett tanulmányútja alkalmából szerzett tapasztalatairól. A beszámoló elsősorban a mezőgazdasági gépesítés és gépészeti kutatások fejlesztésével kapcsolatos kérdésekkel foglalkozott.

Híradástechnika

A híradástechnikai bizottságok munkájának középpontjában a Kohó- és Gépipari Minisztérium részéről elkészített gyártmányfejlesztési terv felülvizsgálása és kiegészítése állott. A híradástechnikai intézőbizottság utasítására az albizottságok, a Kohó- és Gépipari Minisztérium gyártmányfejlesztési tematikájának figyelembevételével megkezdték a második ötéves tudományos kutatási terv átdolgozását.

*

Az *Alapanyag Albizottság* a híradástechnikában alapvető fontosságú kerámia előállításának kérdésével foglalkozott és együttműködést hozott létre az ebben érdekelt valamennyi miniszteriális szervvel. A főfeladat a megfelelő gyártóüzem kifejlesztése, illetve a kerámiai anyag minőségének a javítása.

*

A *Mágneses Albizottság* a speciális mágneses anyagok minőségi követelményeinek megállapítása végett megindított kísérleti mérések eredménye alapján javasolni fogja a különböző helyeken folyó kutatások egybehangolását.

*

A *Telefontechnikai Albizottság* felülvizsgálta az Ács-féle automata telefon. központ, illetőleg kapcsológép prototípus gyártásával kapcsolatos kérdéseket. Az albizottság az erről készített jelentést nyilvános ülésen fogja megvitatni.

Műszer és automatika

A *Méréstechnikai Főbizottság* meghallgatta a Hőtechnikai Mérések Albizottságának beszámolóját végzett munkájáról. Megállapítást nyert, hogy az alacsony és igen magas hőmérsékletek mérésével sem a kutató intézmények, sem az Országos Mérésügyi Hivatal nem foglalkoznak megfelelő módon. Tekintve a kérdésnek

az ipar szempontjából nagy jelentőségét, a főbizottság utasította az albizottságot, hogy szervezze meg a szükséges kutatásokat és hívja fel a kérdés fontosságára a Mérésügyi Hivatal figyelmét is.

A Mechanikai-Technológiai Albizottság beszámolójának megvitatása során a főbizottság megállapította, hogy anyagszerkezetkutatással általában kevés intézmény igen kisszámú kutatója foglalkozik (pl. a durvaszerkezet röntgenvizsgálatával 3, a finomszerkezet röntgenvizsgálatával 2 kutató). Ennek a hiányosságnak felszámolásában fontos feladat jut a Méréstechnikai és Mérésügyi Intézet keretében felállított Anyagszerkezetvizsgáló Osztálynak, melynek elsőrendű feladata lesz a kutatási hálózat kiszélesítésének elősegítése.

*

Az *Automatizálási Főbizottság* meghallgatta az Automatika Kutató Laboratórium tevékenységét és távlati célkitűzéseit ismertető beszámolót. Az elhangzottak alapján a főbizottság egyetértett a laboratórium sürgős fejlesztésének tervével, miután ez a bázis lesz hivatva a hazai automatika tudományos alapjainak lerakására.

A Főbizottság a Vegyipari és Energiaügyi Minisztérium, a Tervhivatal és az érdekelt kutatóintézetek kiküldötteivel tartott együttes ülésén megvitatta a nehézipari automatika igényeit tárgyaló jelentést. A főbizottság számos tisztázatlan kérdés megoldásában kíván résztvenni.

*

A roncsolásmentes anyagvizsgáló módszer kifejlesztésének elősegítésére a Magyar Tudományos Akadémia a különböző népi demokratikus országok képviselőinek részvételével állandó bizottságot hoz létre, melynek rendes tagjai lesznek a Szovjetunió, a Német Demokratikus Köztársaság, Lengyelország, Csehszlovákia, Magyarország, míg megfigyelőként Románia és Bulgária delegátusai vesznek abban részt. Az Állandó Bizottság első ülését ez év novemberében tartja meg.

Építés

Az *Építéstudományi Főbizottság* a Szovjetunióban megjelent ötkötetes építési szabályzat hazai alkalmazásának kérdésével foglalkozott. A munka ismeretében lehetővé válik a Szovjetunióban a korszerű építkezéseknél alkalmazott módszerek átvétele. A főbizottság erre vonatkozóan kidolgozott elvi javaslatot illetékes szerveknek megküldöttük.

A Főbizottság az Építésügyi Minisztérium, az érdekelt tervező és beruházó intézetek küldötteinek részvételével a *mezőgazdasági* gépészet helyzetével foglalkozó elaborátumot hallgatott meg. A főbizottság munkabizottságot

hozott létre a tanulmány alaposabb kidolgozására, amelyet majd illetékes szerveknek továbbít.

Csonka Pál, a műszaki tudományok doktora felolvasóülés keretében ismertette »Héjkupolák négyszögalaprajz felett« című előadásában a négyszög alaprajzú héjkupolák számításának elvi kérdéseit.

Deák György kandidátus »Hajlított vasbetontartók merevsége«, *Halász Tibor* kandidátus »Út- és vasútépítések földmunkáinak komplex gépesítése magyarországi viszonylatban« címen tartottak előadásokat.

Építőanyagtudomány

Az *Építőanyagtudományi Főbizottság* beszámolót hallgatott meg az építőipari és építőanyagipari kutatás néhány időszerű kérdéséről, amely felhívta a figyelmet az előregyártott építőelemek fokozottabb használatára, az üreges téglák gyártási módszerei tanulmányozásának szükségességére, racionálisabb módszerek bevezetésére stb. A főbizottság munkabizottságot küldött ki az építésnek az építőanyag-kutatással szemben támasztott igényei tisztázására. A tanulmánynak a kutatás feladatain kívül ki kell terjednie az oktatás, iparfejlesztés és szervezés kérdéseire is.

*

Az *Üvegtudományi Albizottság* felülvizsgálta az ELTE Általános Kémiai Tanszékén folyó kutatómunkát. A tanszék eredményesen foglalkozik ionemissziós vizsgálatokkal, titán-halogenidek egyensúlymérésével, szilikon kísérletekkel stb. Az albizottság tagjai egyes témák kutatásának meggyorsítására felajánlották segítségüket a tanszéknek: az Optikai Kutató Intézet igazgatója a spektroszkóp megjavítására, a karcagi üvegyár főmérnöke pedig cseppentőlemezek gyártására vállalt kötelezettséget.

*

Veress Zoltán »Üvegolvasztó kádkemencék tűzállóanyagainak mikroszkópos vizsgálata« címen tartott az osztály felolvasó ülésén előadást.

*

A *Kőanyag Albizottság* részletes javaslatot dolgozott ki a kohósalak kohászati és energiatakarékossági szempontból történő hasznosítására, melyet illetékes szervhez fog eljuttatni.

*

A *Bentonit Albizottság* a bentonitfeltárásokról és újabb kísérleti eredményekről szóló beszámolót hallgatta meg, amely a kutatási eredmények alapján megállapította a bentonit szabványosításának feltételeit. Az albizottság felkérte az Állami Földtani Intézetet, a Kolloidkémiai Intézetet és az Építőanyagipari Központi Kutató Intézetet, hogy a bentonitokra vonatkozóan elért tudományos eredmények alapján dolgozzák ki a gyakorlati felhasználás szabványait.

Településtudomány

A Településtudományi Főbizottság »A településtudomány fogalma és területének elhatárolása« címen tanulmányt dolgozott ki, mely ezen a nemrégén kialakult új tudományterületen már megállapított alapfogalmakat rögzíti és felsorolja a települések kialakításánál számbavehető tudományos követelményeket.

Könnnyűipar

A Textilipari Albizottság meghallgatta a Gyakorlati Kémiai tanszék beszámolóját lezárt kutatási témái ipari megvalósításának helyzetéről. Részben bevezetés előtt állanak, részben már alkalmazzák a következő témákat: a viszkóz műselyem fénytelenítésére kidolgozott eljárás, a poliamidok tulajdonságainak vizsgálata, cellulózszármazékok előállítása és vizsgálati módja, nagymolekulájú anyagok szerkezetének és molekulásúlyának vizsgálata, a színezés egyenletességét befolyásoló tényezők megállapítása, valamint a fény hatásának vizsgálata cellulózokra és színezékekre.

Megvitatta a Textilipari Kutató Intézet beszámolóját is a gyapjúfonás területén elért fontosabb eredményekről, melyek közül kiemelkedő a fésűs szövetek kopásállóságának tépelt poliamid szál bekeverésével való megkészszerzése. A pamutfonásnál kidolgozott új eljárás már egy-két perc alatt is lehetővé teszi pamutszálak minőségi vizsgálatát.

*

A Műszaki Tudományok Osztálya támogatásával a Textiltechnológia-I. Tanszéken kutatott »Részlegesen acetilezett szigetelőfonal« c. téma kidolgozásában elért eredmények alapján a Kábel és Műanyaggyár a tanszéki kísérleti üzemét termelőüzemként átvette.

*

A Faipari Albizottság »Ragasztott vasúti talpfák« címen megtartott ankétján ismertette a ragasztott talpfák előállítási kísérleteit, a kész talpfák laboratóriumi vizsgálatainak eredményeit, az elhasznált talpfák felújítási lehetőségeit, továbbá a felhasználás gazdaságossági kihatásait. Az ankéton hozott határozatok szerint a munka kiterjesztendő a ragasztott gerendák és épületelemek gyártási módszerének kialakítására is.

*

A Faipari Albizottság rendezésében megtartott »Faanyagok profilaktikus védelme korróziós károsodás ellen« tárgyú ankét az épületekben mutatkozó fapuszító gombák hatásának vizsgálatait, a gombák életjelenségeit, életfeltételeit, valamint a védelmi eljárások legújabb kutatási eredményeit ismertette.

A *Könnyűipari Főbizottságnak* a *Méréstechnikai Főbizottsággal* együttesen megtartott »Nedvességmérés a könnyűiparban« című ankétja a hazai és külföldi helyzet elemzése után állást foglalt arra vonatkozóan, hogy a műszeripar milyen típusú nedvességmérő műszerek gyártását iktassa programjába.

Közlekedés

A *Közlekedéstudományi Főbizottság* a közlekedés második öt éves tervének elkészítéséhez szükséges irányelvek kialakításával foglalkozott. A főbizottság az erre vonatkozó tanulmányokat eljuttatta illetékes szervhez. Foglalkozott a hazai hajópark fejlesztésének kérdéseivel is.

*

A *Közlekedéstudományi és Építéstudományi Főbizottságok* közös rendezésében megtartott vitaülésen *Murányi Tamás* ismertette a »Tudományos kutatások gyakorlati alkalmazásának eredményei közúthálózatunk fejlesztésénél« c. tanulmányát. Oponensekként *Vásárhelyi Boldizsár* a műszaki tudományok doktora és *Kádas Kálmán* fejtették ki álláspontjukat.

Műszaki tudománytörténet

A *Műszaki Tudománytörténeti Főbizottság* a II. Osztály Történész Bizottságával közösen megtartott ülésén megvitatta *Schimanek Emil* Bánki Donáttal foglalkozó munkáját. A bizottságok a művet úttörő jelentőségűnek és a nemzetközi szakirodalomban is figyelemreméltónak minősítették.

*

Az *Építészettörténeti Főbizottság* a hazai műemlékek helyzetével és az ezzel kapcsolatban kialakult nézetek elvi és gyakorlati jelentőségével foglalkozott. A főbizottság beadványban hívta fel az illetékes szervek figyelmét a hazai műemlékvédelemmel kapcsolatos sürgős feladatokra.



A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK RENDEZÉSÉBEN
1955. JANUÁR 1-TŐL JÚNIUS 30-IG MEGTARTOTT ANKÉTOK, KONFERENCIÁK
ÉS FELOLVASÓ ÜLÉSEK

Ankétok

1955. január 4-én :
Ankét a kutatóintézetek szervezeti és működési szabályzata tervezetének megvitatására.
1955. április 11-én :
Faanyagok profilaktikus védelme korróziós károsodás ellen.
1955. április 20-án :
Nedvességmérés a könnyűiparban
1955. június 14-én :
Ragasztott vasúti talpfa.
1955. június 29—30-án :
Bányászati Ankét Sopronban.

Felolvasó- és vitaülések

1955. január 12-én :
Csonka Pál, a műszaki tudományok doktora : Héjkupolák négyszögalaprajz felett.
1955. február 15-én :
Rázsó Imre lev. tag : Beszámoló a Szovjetunióban szerzett tapasztalatokról. A mezőgazdaság gépesítése és a gépészeti kutatások fejlesztése. Vitaülés.
1955. március 10-én :
Vitaülés a magyar műszaki tudománytörténet kérdéseiről. (L. ezen füzet 491—98. l.)
1955. március 31-én :
Deák György kandidátus : Hajlított vasbetontartók merevsége.
1955. április 1-én :
INQUA-vitaülés. A paksi pleisztocén alapszelvény. Előadó : *Kriván Pál*.
1955. április 14-én :
Kovács K. Pál lev. tag : Lüktető nyomaték aszinkron motorok aszimmetrikus üzemében.
1955. április 26-án :
Halász Tibor kandidátus : Út- és vasútépítés komplex gépesítése magyarországi viszonylatban.
1955. május 9-én :
Vitaülés : Tudományos kutatások gyakorlati alkalmazásának eredményei közúthálózataink fejlesztésénél. Előadó : *Murányi Tibor*.
1955. május 19-én :
Veres Zoltán : Üvegolvasztó kádmedencék tűzállóanyagainak mikroszkópos vizsgálata.
1955. június 10-én :
Körös Béla kandidátus : Hengerműi hengerek gyártása magnéziummal nemesített öntöttvasból.
1955. június 31-én :
Bölcskei Elemér : A nyomott rúd határteherbírásának kiszámításáról.

KÜLFÖLDI VENDÉGEINK

Vitold Piasewsky építészmérnök, a varsói Építési Hivatal munkatársa és *M. Andrzejka* építészmérnök (Varsói Kerületi Tervezőintézet) a magyar–lengyel kulturális egyezmény keretében tanulmányozták hazánkban a magyar lakásépítkezés kérdéseit és azok építőművészeti, valamint városrendezési irányelveit.

Jan Mikulik mérnök, a Csehszlovák Mezőgazdasági Gépesítési Kutató Intézet tudományos munkatársa, a szalás takarmányok gépesítésének tudományos és műszaki kérdéseit tanulmányozta hazánkban.

Fanty Konstanty lengyel vízépítő mérnök a hordalék-kérdéseket, vízfolyások terhelését stb. tanulmányozta a VITUKI-ban, a Vízügyi Főigazgatóság Folyammérnöki Osztályán, valamint a ME II. Vízépítési Tanszékén.

KÜLFÖLDI TANULMÁNYUTAK

Külföldi tanulmányutakon, illetve konferenciákon a következők vettek részt:

Rázsó Imre lev. tag résztvett a párizsi Mezőgazdasági Gépészeti Világkiállításon, ahol a külföldi aratócséplő-kombájngyártmányok kiállított darabjait tanulmányozta. A kiküldetésnek az a körülmény adott jelentőséget, hogy a hazai aratócséplő-kombájn műszaki fejlesztése céljából akadémiai célbizottság alakult. A tanulmányút elősegítette a nyári kombájnkísérletek tematikájának meghatározását.

Sváb János tanszékvezető docens Lengyelországban tanulmányozta a mély bányák víztelenítésével kapcsolatos problémákat. A tanulmányozás kiterjedt a szivattyútelepek számítására vonatkozó lengyel szabályzatra, különböző szivattyúkonstrukciókra stb.

Gillemot László lev. tag a Csehszlovák Tudományos Akadémia meghívására Szmolnicében Korróziós Kongresszuson vett részt, amelyen előadást is tartott.

Boldizsár Tibor egyetemi tanár Lengyelországban (Varsó, Sztalinogrod, Krakow, Gliwice és Gdansk) tanulmányozta a hidraulikus széntermelés és szénzállítás kérdéseit, valamint a krakowi és gliwicei felsőoktatást.

Ihrig Dénes a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet igazgatója kulturális egyezmény keretében Romániában a hidrológiai laboratóriumok munkáját tanulmányozta. A tanulmányút keretében Bukarestben előadást is tartott.

Tárczy-Hornoch Antal akadémikus a Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió ülésén vett részt Firenzében.

Striker György a Méréstechnikai és Műszerügyi Intézet igazgatója az Izotop Bizottság megbízásából a Szovjetunióban tanulmányozta az izotóp-kutatás helyzetét, amelynek során az izotópok műszaki alkalmazásának számtalan lehetőségével ismerkedett meg.

Egyed László a föld- és ásványtudományok doktora és *Kollár Ferenc* geofizikai mérések tanulmányozása céljából három hetet töltöttek Lengyelországban.

Verő József és *Szádeczky-Kardoss Elemér* akadémikusok, továbbá *Bella Ede* kandidátus a freibergi Bergakademie szokásos évi bányász—kohász kongresszusán képviselték hazánkat, ahol igen értékes tapasztalatokat szereztek.

TUDOMÁNYOS MINŐSÍTÉS

A Tudományos Minősítő Bizottság 1955. I. felében disszertációik elfogadásával a következők részére adta meg a doktori, illetve kandidátusi fokozatokat:

A műszaki tudományok doktora:

Csanády György:

(A járműpark gazdaságos üzemeltetésének egyes kérdései a vasúti áruszállításnál)

Lampl Hugó:

(Munkagödrök víztelenítése talajvízszintsüllyesztéssel)

A műszaki tudományok kandidátusai:

Fekete Ede:

(Disszertációját a Szovjetunióban védte meg.)

Ivicsics Lajos:

(Hosszanti átfolyású ülepítőmedencék áramlástanai vizsgálata)

Karafiáth László:

(Konzolidáció és az alaptettek állékonysága)

Karsai István:

(A grafit öntöttvasban való kristályosodásáról)

Kocsis József:

(Disszertációját a Szovjetunióban védte meg.)

Kovács György:

(Az árhullámok levonulására jellemző hidrológiai mennyiségek meghatározása)

Martos Ferenc:

(A telepsík dőlésszögének befolyása a külszín elmozdulására)

- Rácz Elemér :**
(Repülőgépek hossz-stabilitása a két futókeréken való gurulásban)
- Réti Pál :**
(Az acélok folyási határának meghatározása mágneses úton)
- Richter Richárd :**
(Rugalmasságtani vizsgálat a kőzetmechanikában)
- Szentirmai György :**
(A folyók vízjárásának előrejelzése)
- Szesztay Károly :**
(Mechanikus rezgőrendszerek alkalmazása elektromos szűrőkben)

AZ 1955. I. FELÉBEN BEÉRKEZETT PÁLYAMUNKÁK JUTALMAZÁSA

A Műszaki Tudománytörténeti Főbizottság műszaki tudománytörténeti művek írására (monográfiák, gyárak, iparágak története stb.) meghirdetett pályázatára 31 dolgozat érkezett be, melyek igen magas színvonalú gondos munkát tükröztek.

Az I. díjat: *Fodor Ferenc* ny. egyetemi tanár »Magyar vízimérnökök. Tiszavölgyi felmérések és vízimunkálataik eredményei a kiegyezés koráig« c. munkájával,

a II. díjat *Horváth József* levéltáros »A Vörös Csillag Traktorgyár története« c. munkával, és

a III. díjat *Botor Imre* mérnök »Vásárhelyi Pál« című munkájával nyerte.

A Főbizottság a beérkezett munkák közül tizet könyv, vagy füzet alakjában történő publikálásra terjesztett elő (l. ezen füzet 496—498. l.-t is).

AZ 1955. ÉVI MŰSZAKI KOSSUTH-DÍJASOK

A Műszaki Tudományok Osztályához tartozó szakterületeken elért kiváló tudományos, oktató, iparfejlesztési, szakkönyvírói tevékenység terén elért eredményekért a következők részesültek Kossuth-díjas kitüntetésben:

Geleji Sándor akadémikus

Hazai István, a műszaki tudományok doktora

Dischka Győző, a műszaki tudományok kandidátusa

Lengyel Béla, a műszaki tudományok doktora

Veress Zoltán

1955. ELSŐ FELÉBEN A KÖVETKEZŐ DOLGOZATOK RÉSZESÜLTEK AKADÉMIAI KUTATÁSI PRÉMIUMBAN:

Televíziós pályázat keretében:

<i>Magó Kálmán</i>	2000 Ft
<i>Hangos István</i> és brigádja	5500 Ft
<i>Laskai Gyula</i> és brigádja	5500 Ft
<i>Tarnóczy Tamás</i>	2500 Ft
<i>Lázár Dezső</i>	2500 Ft
<i>Lukácsné Szemes Márta</i>	2000 Ft

Balla Árpád :

»Hajlékony lemezről átadódó egyenletesen megoszló terheléssel nyomott henger feszültségállapot« c. dolgozatáért ... 2500 Ft

Szerémy László :

»Tartók megoldása a tartók síkjaira merőleges terhelés esete« c. dolgozatáért 2000 Ft

Károlyi Zsigmond :

»Öntözéseink fejlődése« c. dolgozatáért 1000 Ft

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁN
1955 ELSŐ FELEBEN MEGJELENT KIADVÁNYOK

K ö n y v e k

- Balogh Béla—Vikár Tamás*: A hajók elmélete. 720 old., 364 ábra, ára 120,— Ft.
Ronkay Ferenc szerk.: Villamos szabadvezetékek zuzmaraterhelése. 167 old., 48 ábra, ára 30,— Ft.
Szörényi Erzsébet: Bakonyi kréta echinoideák. (Geologica Hungarica Fasc. 26) 286 old., 22 fényképtáblázat, ára 200,— Ft.
N. I. Nyikityin: A fa kémiája. 599 old., 86 ábra, ára 100,— Ft.
Liska József: Villamos áramkörök vektorábrái; *Urbanek János*: Egyenletek mértékfüggetlen írásmódja, MKS-rendszer. 196 old., 86 ábra, ára 30,— Ft.
Szádeczky-Kardoss Elemér: Geokémia. 680 old., 96 ábra, 7 melléklet, ára 100,— Ft.
Vadász Elemér: Elemző földtan. 516 old., 216 ábra, 2 melléklet, ára 80,— Ft.

F o l y ó i r a t o k

ACTA TECHNICA X. kötet 3—4. sz. füzet:

- Scheffer V.*: A magyarországi szintváltozások izosztatikus jellege és a szintezési alappontok magasságainak időbeni értékjavítási lehetősége (németül).
Kollár L.: Kétfőtartós vasbetonhidak lehajlás-számítása (németül).
Bardócz Á.—Vorsatz Bruno: Egy termikus széntisztítóberendezés színképtiszta szenek előállításához (angolul).
Seidner M.: Vízhűtéses turborotorok (angolul).
Boldizsár T.: Nagynyomású, kiegyensúlyozott hidraulikus fogaskerékszivattyúk és -motorok hatásfokáról (angolul).
Böloni I.: Kalapácsos darálók tökéletesítési lehetőségeinek a vizsgálata (oroszul).
Freud G.: Körkeresztmetszetű vezetőkben mutatózó áramkiszorításról (németül).
Seress J.: Petzval József. A fotooptika feltalálója (angolul).
Tóth G.—Pósa V.: A bőrök feszességének mérése (angolul).
Tuschák R.: Tömör forgórészű szinkrongépek tranziens jelenségei (angolul).
Tegze M.—Tegzéné: A Fick-féle törvény alkalmazhatóságának igazolása a cukor diffúziójára a répatesten belül (németül).

K ö n y v s z e m l e:

- Jurek A.*: *Schimaneck Emil.* — Energiaátalakulás hőerőgépekben (oroszul, angolul, franciául, németül).
Egyed L.: *Barta György.* — A földmágnességi erő változásai Magyarországon (orosz, angol, francia, német nyelven).
Vajta M.: *Kovács K. Pál—Rácz István*: Váltakozó áramú gépek tranziens folyamatai (orosz, angol, francia, német nyelven).
Pantó G.: *Erdélyi János*: — Kristályszerkesztés és kristályszámítás (orosz, angol, francia, német nyelven).

ACTA TECHNICA XI. kötet 1—2. sz. füzet

- Hevesi Gy.*: Beszámoló a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának 1953/54. évi munkájáról (németül).
Sztrókey P.: Az 50 periódusú vontatás feszültségviszonyairól (franciául).
Kereszty P.: Vasúti kocsik forgóváz-feltámaszkodásából származó terelőerők (franciául).
Bardócz Á.: Thyratroncsöves vezérlésű szaggatott ívgerjesztő szinképelemzés céljaira (németül).
Popovics S.: Problémák a betontervezés köréből (angolul).
Vidéky E.: A kapcsolószám befolyása evolvens fogazású homlokkerekeknél (angolul).
Simon F.: Rotary keresőgépek átlagos fordulatszámának számítása (angolul).
Korányi G.: Felületi feszültség meghatározása közvetett módszerrel üvegolvadékoknál (németül).
Korach M.: Az alagútkenemce elmélete és a »szendvics«-gyorsítetés (franciául).

- Hazay I.*: A szögtartó hengervetület redukcióinak korszerű képletei (németül).
Geleji S.—*Dévényi G.*: A gépi kalapácsok alapjaiban ütésakor fellépő erők (dinamikus faktor) kiszámítása (németül).
Csonka P.: A kétmenetű héjak egy különleges fajtájáról (angolul).
Egerváry J.: A matrix-elmélet alkalmazása függőhidak számításánál (angolul).
Istvánffy E.: A vétel alapelvei irányított antennáknál (angolul).
Széchy K.—*Kézdí A.*: Megemlékezés Jáky József akadémikusról (angolul).

K ö n y v s z e m l e :

- Granasztói P.*: *Perényi Imre* — A város lakóterülete (orosz, angol, francia és német nyelven).
Cotel E.: *Zsák Viktor* — A vaskohászat nyersanyagai. Vaskohászati Enciklopédia I. kötet (orosz, angol, francia és német nyelven).

ACTA TECHNICA XI. kötet 3—4. sz. füzet

- Csellér Ö.*—*Éliás E.*: Vékony lemezek horpadása kezdeti görbeség esetén (franciául).
Dénes O.: Többtámaszú tartók beszabályozása támaszponti reakciómérések alapján (németül).
Horváth Z.—*Wieder N.*—*Horváth A.*: Vasban és kovasavban dús szőci bauxit redukciója világító-gázáramban és a Bayer-eljárással végzett feltárásnál kapott vörösiszap mágneses szeparálása (angolul).
Tegze M.—*Tegzéné*: A folyadékok áramlási sebességének befolyása a répatestben történő cukordiffúzióra (németül).
Litvai E.: Injektor veszteségtényezőjének meghatározása (angolul).
Csonka P.: Eljárás derékszögű négyszög-alaprajzú süveghéjak számítására (angolul).
Kalitzin G. St.: A hajtóművek tanának megokolása a halmazelmélettel (németül).
Kalitzin G. St.: A hajtóművek számítása csoportelméleti tulajdonságaik alapján és a matrix-kalkulus alkalmazása hajtóművek számítására (németül).
Geleji S.: Csövek nyújtóhengerlése hidegen. A keletkező erők és teljesítményszükségletek meghatározása (németül).
A Magyar Tudományos Akadémia Méréstechnikai Kongresszusa (angolul).
Cotel Ernő (1879—1954) (németül, oroszul, angolul és franciául).

ACTA TECHNICA XII. kötet 1—2. sz. füzet

- Monostori A.*: Körfésű munkájának elméleti vizsgálata Heilmann-rendszerű fészülőgépeken (angolul).
Csáki F.: A soros kondenzátor hatása a szinkron gép üzemére (angolul).
Oplátka Gy.—*Tegze M.*: Deformáló anyaggal töltött oszlopok hidrodinamikai ellenállása (franciául).
Heller Gy.: A vasúti járművek fékezési jellemzőiről (franciául).
Almásy A.: A talajvíz szulfáttartalmának csökkenéséről (németül).
Domony A.—*Vassel K. R.*: Egyes ötvözőknek az öntött alumínium szövetére gyakorolt befolyása (angolul).
Wooster W. A.: A retigráf vagyis a reciprok rács torzítatlan leképezését biztosító röntgen-goniométer (oroszul).
Wooster W. A.: Egy automatikus regisztráló mikrodenziométer (oroszul).

Az MTA Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei

- XIV. kötet 4. sz. (Országos Vizsgádzalkodási Keretterv Ankét).
XV. kötet 1—4. sz. 27 tanulmány.
XVI. kötet 1. sz. (I. Híradástechnikai Konferencia).

BESZÁMOLÓ

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYA MŰSZAKI TUDOMÁNYTÖRTÉNETI FŐBIZOTTSÁGÁNAK VITAÜLÉSÉRŐL

A Műszaki Tudományok Osztályának Műszaki Tudománytörténeti Főbizottsága 1955. március 10-én »A magyar műszaki tudománytörténet kérdései« címen vitaülést rendezett. A vitaülésem nagy számban vettek részt tudósok és a műszaki tudománytörténet iránt érdeklődő szakemberek.

Az ülést *Vadász Elemér* akadémikus, a Műszaki Tudománytörténeti Főbizottság elnökének »A műszaki tudománytörténet művelése« című elnöki megnyitója vezette be. Fejtegetéseiben azt hangsúlyozta, hogy a műszaki tudománytörténet első feladata a műszaki tudományok gondolati fejlődésének feltárása. A tudományos gondolatok és műszaki alkotások történeti megismerésének nagy nevelő hatása van az oktatásban és a tudományos kutatásra való nevelésben. A műszaki tudománytörténeti kutatás azonban csak kritikai értékeléssel lehet tudományos színvonalú. Nem elegendő a régebbi leíró szemlélet megmerevedett állapotában maradnunk, arra is ügyelnünk kell, hogy szakmai elfogultságból és nacionalista szempontból ne túlozzuk olyan alkotások jelentőségét, amelyek azt nem érdemlik meg. Egyetemi fokon szükséges a műszaki tudományozások és azok fejlődéstörténetének oktatása. A szakmai tudást társadalomtudományi és társadalomtörténeti ismeretekkel kell kiegészíteni. Mint minden tudománytörténeti vizsgálatnak, a műszaki tudománytörténetnek is közös módszere a dialektikus materialista szemlélet. A műszaki tudománytörténeti kutatás egyik fontos feladata a műszaki újítások, felfedezések, alkotások és műszaki létesítmények vizsgálata. Tudósaink történeti értékelésében ki kell emelnünk működésük magyarországi vonatkozásait és a tudomány nemzetközi állásához való viszonyát. Nehéz kérdés a tudományos szerzők hovatartozandóságának megállapítása. Nézete szerint ezt döntően az országterület, tehát nem az alkotó tudós nemzetiségi származása, hanem a működési helye, a tudományos közleményének nyelve szabja meg. Ezért fontos, hogy tudományos közleményeinket magyarul mindenképpen jelentessük meg és ne ambicionáljuk elsősorban az idegen nyelven való közlést.¹

Szabó Gusztáv ny. egyetemi tanár a »Műszaki tudománytörténet és magyar műszaki tudománytörténet« című előadásának bevezetőjében foglalkozott a műszaki tudomány helyzetének meghatározásával. A műszaki tudomány, mint alkalmazott fizika, már nehezebben választható el az elméleti fizikától, mint régebben, mert a kettő kölcsönösen gazdagítja egymást. A műszaki tudomány azonban csak részben rokon a fizikával, de részben attól különbözik is. A tapasztalatok tömeges ellentmondásai nyomán tisztulhattak az elvek és nyújtottak alapot egy-egy ésszerű elmélet kialakításához. A műszaki tudomány fejlődéséhez nagymértékben hozzájárultak a találmányokra engedélyezett szabadalmak is. Nemcsak egyéni, hanem nemzeti érdek is fűződik annak hiteles megállapításához, hogy kitől ered egy-egy nagyjelentőségű folyamat elindítása. Gyakori, hogy műszaki találmányok kigondolói egymásról nem tudva jöttek rá egy-egy azonos probléma megoldására. Nem vitás, hogy pl. az egyenáramú dinamógép első, ma is meglevő példányát modellként Jedlik Ányos már 6 évvel Siemens Werner előtt elkészítette, mégis az utóbbi az elkönyvelt feltaláló, mert az ő találmánya jutott előbb nyilvánosságra. A műszaki tudományok óriási területe alig teszi lehetővé azok egyetemes összefoglaló tárgyalását, ezért azokat az összetartozó anyag szerint szűkebb fejezetekre kell osztani. A német mérnök egyeslet közel 50 évvel ezelőtt kiadott a gőzgép fejlődésének történetéről egy

¹ *Vadász Elemér* elnöki megnyitója teljes szövegében megjelent az Akadémiai Értesítő LXII. (1955) kötetének áprilisi számában a 107—111. lapon.

1500 oldal terjedelmű munkát, amely azonban inkább leíró, mint kritikai jellegű. Ez is igazolja, hogy a gyűjtő-feltáró munkának meg kell előznie a tudományos szellemű kritikát. Ez tanulság lehet a mi feladataink kitűzéséhez is, ez pedig a magyar műszaki tudománytörténet körének kijelölése. Az előadó ezt részletesen taglalta, amivel irányt akart szabni a további teendők elvégzésére. A megírásra a tárgyak heterogén természete miatt nem lehet merev szabályokat előírni, de logikus rendet elvárni lehet. Az anyag gyűjtése tekintetében kivételes helyzetben van a bányászat, a hidépítés és a vízepítés, mert ezek már régóta központi ellenőrzés alatt voltak s így a régmúlt idők bizonyítékai nem kallódtak el olyan mértékben, mint más szakmák esetében. A műszaki tudománytörténet feladatainak megoldásához mérnöki felelősség kell, nem az elmúlt idő meséire, hanem komoly megállapítások tanulságainak leszűrésére van szükségünk. A műszaki tudománytörténet műszaki egyetemi oktatásának nagy akadályja, hogy a szaktárgyak megszaporodott óraszámra folytán alig lehetséges annak a tantervbe való beillesztése. A mérnöki kiképzés szakosítása sem kedvez az ilyen irányzatnak, mert az egyetemes képzés rovására mindinkább szakmérnököket nevelnek, ami a szomszédos területtel való kapcsolatot megszüntette folytán káros.²

Kondor Imre a budapesti műszaki egyetem könyvtárának vezetője »A magyar technikatörténet feladatai és programja« című előadásában kifejtette, hogy a ma tudományának ahhoz, hogy igazságainak érvényt szerezzen, szüksége van múltjának és történelmi fejlődésének megismerésére. A technika rohamos fejlődése nélkülözhetetlenné teszi a technika történetének rendszeres művelését. A gépészmérnöki ismereteket sikeresebben taníthatjuk, ha megmagyarazzuk, hogy valami a tudomány mai állása szerint van így és a fejlődés hogyan jutott erre az eredményre. A technikatörténet a műszaki tudományos eredményeket gazdasági és társadalmi vonatkozásban tárja fel. Ez a szemlélet a fiatal mérnököt hozzászoktatja, hogy tudományát ne elvontan, hanem a mindenkori gazdasági rendszer döntő tényezőjének lássa. Mérnökképzésünkben éppen e technikatörténet teremthetné meg a kapcsolatot a szaktárgyak és az ideológiai oktatás között. A technikatörténettel kapcsolatban felesleges »haladó« hagyományokról beszélni, ez maga a haladó hagyományok kultusza. A Szovjetuniótól kezdve sok más országban szervezett és tervszerű kutatómunka folyik ezen a téren. Nekünk is van mit kutatni és azok eredményeit publikálni. Erre nemcsak munkát, hanem időt és pénzt kell áldoznunk és követnünk a külföldi példákat és felhasználni azok tapasztalatait. Tisztázni kell, hogy melyek azok a területek, amelyeknek kutatása magyar szempontból legfontosabb. Ilyenek a mezőgazdasági eszközök, a malomipar és a textilipar fejlődésének története. Ilyenek a vízmunkálatok, a bányászat és kohászat, az út- és vasútépítés stb. Az Akadémia illetékes főbizottságának kezdeti működése 1951-ben célkitűzésnek jó volt, de programnak korai. Ez a célkitűzés azóta konkrét formát nyert, érdeklődést keltett és sikeres propagandának is bizonyult. A főbizottság működése azóta igen eredményes volt, ennek nyomán kiadványok láttak napvilágot, kezdeményezte a műszaki emlékvédelemről és a műszaki múzeumról szóló törvényjavaslatot, amely azóta törvény lett, javaslatára az Akadémia ösztöndíjakat szervezett, pályázatot hirdetett a magyar műszaki tudománytörténet egyes fejezeteinek feldolgozására stb., amely igen eredményes volt. Jóllehet a főbizottság nem töltötte idejét tétlenül, önmaga működésével mégsem elégedett és állandóan azon van, hogy feladatát menél eredményesebben elvégezze. Ennek feltételei azonban hiányoznak, ezeket mint pl. egy állandó jellegű kiadványt és önálló kutatóintézetet meg kell teremteni. Erre vonatkozólag javaslatot terjesztett elő, amelyeket az ülés határozatként elfogadott; ennek szövegét beszámolóink végén közöljük.³

Hozzászólások :

Pattantyús Á. Géza lev. tag. Foglalkozott a műszaki tudomány fogalmának kérdésével, amelynek az előadásokban elhangzott megállapításait kiegészítendőnek véli. A mérnöki alkotómunkának az ember szolgálata ad szociális tartalmat. A szociális követelmények kielégítése után kerülhet sor a szorosan vett műszaki feladatok megoldására. Nem ért egyet azzal, hogy a műszaki tudományok kifejező nyelve csak a matematika lehet. Valamely tudományos értekezés színvonalát nem a felső matematika módszereinek sokszor indokolatlan alkalmazása emeli. Haladó hagyományainkra vonatkozó adataink összegyűjtésénél nem szabad megfeledkeznünk régi érdemes mérnök professzoraink tudományos működésének méltatásáról.⁴

² *Szabó Gusztáv* előadásának teljes szövege megjelent az 1) alatt idézett helyen a 112—121. lapon.

³ *Kondor Imre* előadásának teljes szövege megjelent az 1) alatt idézett helyen a 122—130. lapon.

⁴ *Pattantyús Á. Géza* hozzászólásának teljes szövege megjelent az 1) alatt idézett helyen a 131—132. lapon.

Szabó Gusztáv válasza Pattantyús Á. Géza hozzászólására: Előadásában nem a műszaki tudomány meghatározását kívánta megadni, hanem annak tudományos szervét nevezte meg, és pedig így: »alaptudománya a fizika, segéd tudománya és egyben kifejező nyelve s szellemi kutató műszere a matematika«. Valamely tudomány csak oly mértékben tekinthető tudománynak, amennyire szabatosan meghatározott fogalmakat használ. További megszorítás, hogy ezek a fogalmak mérhető egységekben legyenek kifejezhetők, mert ilyenek között állapítható csak meg mennyiségi összefüggés, aminek szabatos kifejező nyelve a matematika. Törvényeket, összefüggéseket pontosan jellemezni másképpen nem lehet. A szemléletes ábrázolás módjai, úgy véli, nem tartoznak ehhez a kérdéshez.

Németh Endre a műszaki tudományok doktora: A három előadás, amit most itt hallottunk, a műszaki tudománytörténetnek a mibenlétét tárta szemünk elé. Vadász Elemér akadémikus és Szabó Gusztáv professzorok magas színvonalon, filozófiai szempontból világították meg a műszaki tudománytörténet alapfogalmait, problémáit és módszereit, Kondor Imre pedig gyakorlati szempontból jelölte meg a tennivalókat és értékes javaslatokat hozott, amellyel a műszaki tudománytörténet munkáját jobban meg lehet gyorsítani és szervezettebbé lehet tenni. Mint hozzászólónak, a három értékes előadásban elmondottakhoz természetesen mozaik-szerűen kell a gondolataimat elmondanom, amelyek bennem az előadás alapján ébredtek és amelyekkel az előadásban hallottakat megerősíteni, vagy kiegészíteni szeretném. Először általános tudománytörténeti szempontból, majd magyar műszaki tudománytörténeti szempontból fogok pár részletkérdést megemlíteni.

A műszaki történet szoros összefüggésben van az alkotás történetével és az ipartörténettel, mert az alkotások magukban hordozzák a kor időpontjában meglévő tudományos elveket, körülményeket.

A tudomány kollektív jellegű. A tudás tudománnyá csak akkor válik, ha azt közkinccsé tesszük, ha ahhoz a többi emberek is hozzájuthatnak. Ezért teljes mértékben osztom Vadász Elemér akadémikusnak azt az álláspontját, hogy a műszaki tudománytörténetnek első feladata, hogy a műszaki tudományok gondolati fejlődését kell feltárni, mert a tudomány akkor igazi tudomány és akkor lesz annak történeti feltárása hatékony a mai időkben, ha a körülményekben megnyilvánuló gondolat felépítése, kifejlődése kitűnik a történeti feldolgozásból. A tudományok fejlődésének lényege ugyanis a gondolatok, új fogalmak kifejlesztése. Ezeknek az új fogalmaknak megalkotása óriási léptekkel viheti előre a tudományt. Mindaddig, amíg a középsebesség fogalmát De Chézy Antal francia kutató be nem vezette a hidrológiai kutatásba, addig komoly számításokat a víz mozgásánál nem lehetett tenni. Ezeknek a fogalmaknak segítségével vagyunk képesek a tudomány kollektív munkáját, a világ különböző tájain végzett eredményeket közös nevezőre hozni. Ilyen példa az invariáns számok, a határreteg fogalma is.

Ami a különleges magyar problémákat illeti, ebben a tekintetben legyen szabad a következőket mondani. Ha valamelyik nép értékelésénél értékmérőül elfogadjuk azt, hogy annyit ér, amennyit az emberiség továbbfejlődése szempontjából a történelem kijelölte földrajzi helyen és körülmények között alkotni képes, akkor nyilvánvaló, hogy minden népek érdekében van, hogy ezt az értéket nyilvántartsa és megbecsülje. Sajnos, mi magyarok eddig nem sokat törődünk azzal a feladattal, hogy a mi értékeinket megállapítsuk és esetleges idegen támadások ellen megvéhdessük, hanem a saját belső értékeinket is hagytuk elkallódní. Egyik feladata lesz a műszaki tudománytörténeti kutatásoknak, felkutatni az elkallódott értékeinket, amelyek támogatás hiányában nem tudtak kellően érvényesülni.

Még egy magyar dologgal kell foglalkozni, amely a tudomány fejlesztése és alkalmazása tekintetében sűrűn előfordul, mégpedig az, hogy vannak sokan, akik felismerik idejében és helyesen a helyes utat és tennivalókat, azonban a helyes közvélemény hiányában nem képesek a gondolatokat alkotássá vinni. Ilyen pl. az öntözés kérdése. Ez a kérdés nem mai keletű. Ennek a kérdésnek a feltárása, egyik feladata lehet a műszaki tudománytörténeti kutatásoknak. A nagy alkotások számára a közvélemény felébresztése, ez magának a műszaki tudományok történetének is feladata, ezért helyesli Kondor Imre kartárs részéről előterjesztett javaslatot, hogy a műszaki tudományos történeti kutatásoknak legyen kutatóintézete, amely intézmény, vagy kutatóintézet aztán rendelkezésre bocsátandó folyóiratnak a révén bizonyos közvélemény kialakítást tudjon végezni, természetesen megfelelő olvasóközönség számára írt kiadványokkal. Ez mind a helyes közvélemény kialakítását fogja eredményezni.

Az egyetemi vizsgák alkalmával szinte fizikai fájdalmat érez, ha a vizsgázó a magyar kutatók munkásságáról nem tud szót adni, jóllehet az előadásban hallotta. Minden erőnkkel azon vagyunk, hogy ezt megváltoztassuk, hogy a hazai értékek megbecsülését a nyilvánosság tudatába belevigyük. Ezt az egész magyar népre ki kell terjeszteni. Ehből a szempontból a közeljövőben egy jelentős lépést fogunk tenni a vízmérnöki tudományok történetében, ilyen közvélemény elé tárás tekintetében, amennyiben a hidrológiai év megnyitójául március 25-én a Magyar Tudományos Akadémián Vásárhelyi Pál 160-ik születésnapja alkalmából emlékülne-pélyt rendezünk. Ennek a fontosságát nemcsak a szűkebb vízmérnöki kar, hanem az ezzel

rokon területeken működők is érzik, de túlmenően ezen a kormányzat is, amit bizonyít, hogy Erdei Ferenc földművelésügyi miniszter tartja a megnyitó beszédet. Ha nemcsak a vízimérnöki területen, hanem a többi mérnöki munkásságok területén is a magyar mérnökök, a magyar közvéleményt kialakító gonddal fogunk élni, akkor igen sok szakembert meg fogunk nyerni a műszaki tudománytörténet számára és valószínűleg sok olyan tehetséges ember is fog jelentkezni, aki a kutatásaival hozzá fog járulni a műszaki tudománytörténet munkájához.*

Schleicher Aladár a műszaki tudományok doktora: Bevezetőjében szintén a műszaki tudományok meghatározásával és helyzetével foglalkozik. Tárgyköréből: a metallográfiából és a kohászatból vett adatokkal bizonyítja, hogy milyen termékenyítő hatással volt a tapasztalati adatoknak tudományos feldolgozása. Ami a műszaki tudománytörténeti kutatásban a »nacionalista« szempontok érvényesítését illeti, egyetért azzal, hogy ebben a tekintetben nem szabad túlzásba menni, de nem szabad minden ilyen megnyilvánulást elítélni. Tisztázni kell, hogy a témák kiválasztásában és feldolgozásában meddig szabad menni. Az európai sárgaréz-*ipar* kezdetét Flandriában a XII. századtól, míg a németek Nürnbergben a XVI. századtól számítják. Ezzel szemben bizonyos, hogy nálunk a sárgaréz legalább 100 évvel a nürnbergiek előtt ismerték és használták. Az erdélyi ércekben előforduló tellurt, mint elemet, magyarok fedezték fel és annak nagyüzemi előállítása először Magyarországon történt. Nálunk a bauxitot már 200 évvel ezelőtt hasznosították a Veszprém megyei Kislődön, igaz, hogy nem alumínium, hanem vas gyártására. Tekintve, hogy a föld bauxitkészletének $\frac{1}{6}$ -a vagy éppenséggel $\frac{1}{5}$ -e nálunk van, feltehető, hogy ez a megállapítás a nemzetközi szakközönséget is érdekli. Panaszolta, hogy a hazai kohászati tudománytörténeti kutatás részére nincs meg a lehetősége a selmecbányai és a bécsi levéltárakban való kutatásnak.⁵

Vadász Elemér elnök: A sárgaréziparra vonatkozólag megemlíti, hogy az említett helyeken nincs sárgarézhez való nyersanyag. Jellemző, hogy ipar ott is fejlődik, ahol nyersanyag nincs. Ami a tellurra vonatkozik, annak idején csak magyar nyelven közölt adatok voltak. Hogy mindent magyar nyelven kell közölni, az nem zárja ki azt, hogy idegen nyelven ne közöljük. Harcot kell indítanunk, mert a múlt időktől mindmáig az a helyzet, hogy a szakembereink elsősorban a külföldet tartják irányadónak a publikációban és fölöslegesnek tartják a hazai, esetleg csak 4–5 szakember számára történő magyar nyelvű közlést. E nélkül azonban magyar szaknyelv és szaktudomány nem fejlődhetik. A bauxittal kapcsolatban is szükséges mindent közölnünk, még hogyha a hozzá szükséges adatok egyelőre nem lennének is teljesek. Igenis érdemes nekünk a selmecbányai és a bécsi levéltári anyag ismerete nélkül is bizonyos bányászati és kohászati tudománytörténeti kérdésekkel foglalkozni. Föltétlenül kell és lehet is, ha majd hozzájutunk, munkálhatjuk ezt a kérdést. A bauxitkészleteinkre vonatkozó adatok azonban revízióra szorulnak. A régebbi mennyiség becslések börzei spekuláció céljára készültek, csak a bauxit mennyiségét vették figyelembe, a fölhasználásra alkalmas minőség megjelölése nélkül.

Schleicher Aladár: A sárgaréziparnak a Rajna alsó folyásánál azért volt létjogosultsága, mert az egyik nyersanyag, mégpedig a gálma igen ott volt. Ennek is van azonban magyar vonatkozása; Paulinyi Oszkár kimutatta egyik tanulmányában, hogy Flandriába szállítottak magyar rézet, a sárgaréz gyártásához. A bauxit magyarországi becslését azóta nemcsak a hozzájárulásban idézett amerikai, — hanem a »Metall« című német folyóirat — attól függetlenül nagyjából egyező számokkal közölte.

Faller Jenő a műszaki tudományok kandidátusa: Elsősorban a Magyar Technikai Múzeum gondolatának megvalósításával és műszaki emlékeink gyűjtésével és feldolgozásával foglalkozott. Szintén panaszolja a külföldi levéltári kutatás lehetőségeinek hiányát, ami különösen az évezredes múltú bányászatunk és kohászatunk történetének kutatására nézve nagyon hátrányos. Tisztázni kell végre a Műszaki Múzeum Kassán rekedt anyagának magyar vonatkozású részét, ami talán visszakapható lenne. Kondor előadásával egyetért, de kifogásolja, hogy a tudománytörténetnek műszaki egyetemeinken való oktatását nem említi, míg Szabó Gusztáv ezt szükségesnek véli. A kutatóintézet létesítésére vonatkozó javaslatot helyesli, de nem abban az elképzelésben, ahogyan a javaslat elhangzott.⁶

Kondor Imre válasza Faller hosszúságához: Miután a közeljövőben nincs remény arra, hogy a Műszaki Múzeum létrejöjjön, ezért gondolta átmeneti megoldásként, hogy az eddigi

* A *Németh Imre* hozzászólásában említett Vásárhelyi Pál emlékünnepegyen *Mosonyi Emil* lev. tag emlékbeszédet tartott, amely a Műszaki Tudományok Osztálya Közleményeinek ugyanezen számában és angol nyelven az *Acta Technica* XIII/3—4. számában megjelenik. (Szerk.)

⁵ *Schleicher Aladár* hozzászólásának teljes szövege megjelent az 1) alatt idézett helyen a 132—135. lapon.

⁶ *Faller Jenő* hozzászólásának teljes szövege megjelent az 1) alatt idézett helyen a 135/138. lapon.

megoldásnál valamivel hatékonyabban mégis ezzel a témával foglalkozó Műszaki Egyetem Központja Könyvtárában lehetne magvát létrehozni a leendő és kifejlesztésre váró intézetnek. Azt hiszi, ebben egyetértünk, hogy ilyen szerteágazó területet felölélő tudományos témakört nem tudnak elképzelni egyéni vállalkozásként. Ide kell éppen a kutatómunkát lehetővé tevő operatív szerv. Egy munkaszervezetben van a hangsúly, amely a dokumentumokat nemcsak feltárja, hanem nyilván is tartja. E nélkül elkerülhetetlen bizonyos anarchia ezen a téren is. A fejlődést is folyamatosabbá és a végzett munkát is tudományosan színvonalasabbá teszi.

Szabó Gusztáv válasza Faller hozzászólásához: Örül, hogy Faller kartárs a műszaki fejlődéstörténet egyetemi szintű előadásaiival kapcsolatban fejtegetéseire megállapította, hogy a nehézségek okaira is rámutatott. A Műszaki Egyetemen a szaktárgyakra jutó csekély óraszám és a feltétlen előadni kívánt tananyag nagy mennyisége alig engedhet időt a fejlődési kérdések tárgyalására. Évek óta szomorúan szemléli, hogy az előadó mindinkább kész eredmények ismertetésére kényszerül és nem marad elég ideje a problémák lényegének alaposabb tárgyalására. Az elmúlt félévszad alatt a tanterveken sok módosítás történt. Régebben a tudományos alap-tárgyak számára még jutott elég idő, de a szaktárgyak növekedő igényei miatt folyton csökkenték ezek óraszámát és akadt olyan kar is, amely eltörölte a fizikát a tantárgyai közül.

Amikor fejlődéstörténeti előadásról van szó, az előadónak azokat a problémákat kell ismertetni, amelyek az akkor fennálló nehézségek mellett megoldhatók voltak. Az eredményt a mindenkori körülmények szabták meg. Ezek előadása tanulságos és gondolkodásra tanít. A kibővített, szakosított oktatás a szaktárgyak anyagának teljes mennyiségére helyez inkább súlyt, kevésbé a problémák megoldására. A rokon kapcsolatok hiánya szűkíti a látókört. Ha ez a kérdés kritikai formában megvitatásra kerül, a Műszaki Egyetem és a kormányzat feladata, hogy a helyes egyensúly biztosításáról gondoskodás történjék.

Vadász Elemér: Megköszöni Faller lelkes munkásságából fakadó hozzászólását. Köszönettel veszi, hogy a tanulmányban a műszaki emlékekre és műszaki múzeumra vonatkozó tevékenységet és célkitűzést említette.

A Műszaki Múzeum és az emlékvédelem kérdésével külön ülésen kívánunk foglalkozni, azért nem hoztuk azt ide. Ami a másik részre vonatkozik, az megint kapcsolódik a Schleicher kartárs részéről is felemlített kérdéshez és a Kassai Múzeumnak főbizottságunkban állandóan napirenden tartott kérdéséhez. Ezt felszínen tartjuk és egyszer majd el is jutunk odáig, hogy a tárgyalások megindulhatnak ezen a vonalon is. Meg fogjuk sürgetni a külügyminiszterhez írt két hónap előtti levelünket ebben a dologban, sőt másik levelet is fogunk intézni a Minisztertanács Hivatalához. Amit itt felvetett, azt mi beveszjük a határozati javaslatokba, hogy az Akadémia Elnöksége felé újból azt a javaslatot tegyünk, hogy a selmechányai és a bécsi levéltár ügyét, másrészt a Kassai Múzeum ügyét vegyük újra napirendre.

Vajda Ödön ny. egyetemi tanár: Mind Dr. Szabó Gusztáv, mind Kondor Imre említette előadásában a malomipart, mint amellyel a történelem távlatában foglalkozni kell. Valóban a magyar malomiparnak olyan kiemelkedő jelentősége volt közgazdasági s általában nemzeti szempontból, hogy alapos tárgyalást érdemel meg. Ennek tudatára akkor ébredt, amikor 1912-ben az Amerikai Egyesült Államokban utaztában Minneapolis-ban egy korszerű nagy malmot akart megtekinteni s ennek igazgatója azzal fogadta: minék jött hozzájuk tanulni, holott, amit ők a malomiparról tudnak, azt mind a magyar malomipartól tanulták. A magyar malomipar gépesítésének történetében három kiváló technikussal találkozunk, akiknek kezdeményezését a külföld is átvette. Ezek: *Ganz Ábrahám*, *Haggenmacher Károly* és *Mechwart András*. Mindhárman külföldről származtak, de nálunk telepedtek le és itt meggyökeresedtek. Ganz a Bach-korszakban be is volt börtönözve. Bár a magasörlési technológia nem Magyarországról eredt, de itt fejlődött ki legnagyobb tökéletességig. Ezt lehetővé tette a magyar búza kiváló minősége. Minthogy a gépi feldolgozás szorosan összefügg a búza minőségével, a gabonának és alisztnak vizsgálata nagyon fontos. A malomipar történetében erre is ki kell terjedni. Ezen a téren is voltak kiváló tudósaink: *Kossutány Tamás*, *Pekár Imre*, *Hankóczy Jenő*. Szorosan összefügg a malomipar történetével a búza nemesítésének története is. Itt *Szekács*, *Baross* és más magyarok nevével találkozunk.

Vajda Pál: Három kérdéstről szeretne beszélni. Különösen a magyar feltaláló nézőpontjából. Az első kérdés a feltaláló nemzeti hovatartozása. Másik az elsőbbségi kérdés a találmányokban. A harmadik kérdés, amiről nem esett szó, éppen csak Kondor említette meg negatív módon, a tudománytörténet népszerűsítő irodalma, amit különösen fontosnak és nélkülözhetetlennek tart. Például az Élet és Tudomány majdnem minden számában megemlékezik egy-egy haladó magyar tudósról, vagy feltalálóról stb. De az Országos Nemzeti Múzeumi a város szívében rendezte azokat a kiállításokat, amelyeket százezrek néznek meg és tudatosítja azt, hogy vannak értékei, tudósai, feltalálói, akikről nem szabad megfeledkezni. Ezt azért teszem szóvá, hogy Kondor kartárs említette kutatóintézet felállításával legteljesebb mértékben egyetérték. De nem szabad megfeledkezni, hogy a nagyközönségben, az egyszerű emberben tudatosítani lehet és kell, hogy vannak nagy embereink.

Vadász Elemér elnök: Az első két kérdésben, sőt a harmadikban is egyetértünk. Az első két kérdés, tehát a magyar tudós magyarságának megállapítását illetően egy véleményen vagyunk. Azt hangsúlyozta, hogy esetről esetre külön kell megállapítani ezt. A harmadik kérdésben kis félreértés van közöttünk. Mi a népszerűsítést nem zárjuk ki, sőt arra szükség van mint műszaki tudománytörténetkutatásnak ismeretterjesztő részére, tehát a nagyközönség elé. Köszönettel vesszük és ebben a jövőben is kérjük a szíves együttműködést.

*

Minekutána az elnök a vitát berekesztette, kihirdette, hogy az ülés a következő határozatokat hozta:

1. *A Műszaki Tudománytörténeli Főbizottság tegyen megfelelő lépéseket műszaki tudománytörténeli kutatóintézet vagy kutatócsoport létrehozása érdekében. A felállítandó kutatóintézet, vagy kutatócsoport a hazai műszaki tudománytörténeli, levéltári, könyvtári adatainak feltárása és a már folyó kutatás támogatása, a Magyar Műszaki Múzeum létrehozása, illetve fejlesztése érdekében, majd később annak keretében működjék és megfelelő szakemberekből álljanak.*

2. *A Főbizottság hozzon létre állandó periodikus kiadványt, mely felölelje a magyar műszaki tudománytörténet egész tárgykörét és gondoskodjék a kutatás elvi kérdéseinek, a kutatás eredményeinek széleskörű publikációjáról.*

3. *Az Akadémia biztosítson nagyobb lehetőséget és pénzügyi keretet a műszaki tudománytörténeli tárgyú művek megjelentetésére, tekintettel a már meglevő és értékes publikálendő anyagra.*

4. *Az Akadémia nyújtson segítséget a műszaki tudománytörténeli kutatásokhoz nélkülözhetetlen egyes külföldi levéltárak és könyvtárak stb. magyar vonatkozású anyagának helyszínen való tanulmányozásához kutatóinknak.*

*

Ugyanezen az ülésen hirdették ki az Akadémia részéről hazai vonatkozású műszaki tudománytörténeli művek írására hirdetett pályázatra beérkezett pályamunkák bírálatának eredményét.

I. Díjazásban részesített pályamunkák

Az 5000 Ft-os első pályadíjat az Akadémia a »Tisza« jeligéjű »Magyar Vízimérnökök« c. pályaműnek ítélte oda. A mű a beérkezett pályamunkák közül vitán felül kimagaslik, a kutatás nagy terjedelmét és tudományos kidolgozás színvonalát illetően. Sok ismeretlen, elfelejtett magyar mérnököt kutatott fel s azoknak működését részletesen ismerteti. Gondos, széles körre kiterjedő levéltári kutatás alapján tárta fel főleg a XVIII. század nagy magyar vízmunkálatait és azok tervezőinek szerepét.

A pályamű szerzője: *Fodor Ferenc* ny. egy. tanár.

A 3000 Ft-os második díjat az Akadémia a »Vörös Csillag« jeligéjű »Egy traktorgyár története« c. pályamunka szerzőjének ítélte oda. »Egy traktorgyár története« c. pályamunka 181 oldal terjedelmű. Beható üzemtörténeli tanulmány, amely bemutatja a gyár műszaki fejlődése mellett a gyár munkásmozgalmi vonatkozású történetét is és azt a jelentőséget, amelyet a gyár az ország mezőgazdaságának fejlesztésében kivívott. Bőséges dokumentációval támasztja alá megállapításait, ez külön érdeme a pályaműnek.

Szerzője: *Horváth József* levéltáros.

Az 1000 Ft-os harmadik díjat nyerte a »Tisza« jeligéjű »Vásárhelyi Pál tiszaszabályozási tervai és a szabályozás végrehajtása« c. pályamű. A dolgozat fő érdeme, hogy Vásárhelyi eddig ismeretlen, második részletes tiszaszabályozási tervét tárja fel és eddig éppen a tervnek nem ismeréséből eredő téves nézeteket és véleményeket oszlat el.

Szerzője: *Botúr Imre* okl. mérnök.

II. Dicséretben és 1000 Ft jutulomban részesültek

1. »Budapest 1954« jeligéjű »A budapesti rakpartok és kikötők története« c. pályamunka. A munka lelkiismeretes gyűjtőmunka eredménye. A közölt ismertetések logikusan áttekinthetők, fogalmazása józan tárgyilagosságra vall és különösen tárgyválasztása figyelemreméltó. Jól megválasztott reprodukciók, metszetek, fényképfelvételek és térképanyag mind nagy műgondra vallanak.

Szerzője: *Kovácsházy Frigyes* okl. mérnök, a műsz. tud. kandidátusa.

2. A »Claro maiorum exemplo« jeligéjű, »Adatok a magyarországi répacukorgyártás szakirodalmához« c. pályamunka. A pályamű összeállítója nagy munkát végzett az eddig kevésbé ismert és nem közölt egykorú források felkutatásával, s az anyag áttekinthető csoport-

tosításával. A cukoripar fejlődését bemutató történelmi jellegű dolgozat feltétlen hiányt pótol és cukoripari szakemberek, de iparunk általános fejlődése iránt érdeklődő minden olvasó számára is tanulságos, mert sok új adatot tartalmaz a magyar répacukorgyártás kezdeti helyzetére vonatkozólag.

Szerzője: *Falvy Alfréd* könyvtáros.

3. »Movere« jellegű, »A 110 éves Ganz gyár« c. pályamunka. Egyik legrégebb és legnagyobb gépgyárunk történetével foglalkozik. Kitér arra a fontos szerepre, amit a gyár hazánk történetében és külkereskedelmi kapcsolatainkban betöltött. Különösen értékesek azok a fejezetek, amelyek a fizikai dolgozók helyzetével és a munkásmozgalmi vonatkozásokkal foglalkoznak. Értékes exportvonatkozású adatokat is közöl a gyár történetéből. A műszaki jellegű találmányok leírása kiegészítésre szorul.

Szerzője: *Szeres József* levéltáros.

4. »728.03« jellegű, »Összehasonlító tanulmány a rabszolgatartó társadalmak lakóház építéséről« c. pályamű. Kiemelendő a tárgyválasztás és az anyagsoportosítás eredetisége. Az ókori lakóházépítészet társadalmi jelentőségét eddig tudományos szempontból nem nagyon vizsgálták.

Szerzője: *Dernői Lajos* okl. építészmérnök.

Dicséretben részesült:

1. »Haladó hagyományok ápolása illő kötelesség«. A »Bányászati és Kohászati Lapok alapításának története és első negyedszázados fejlődése« c. pályamű. A mű elsősorban mint magyar műszaki irodalomtörténeti kísérlet érdemel figyelmet. A szakfolyóiratirodalom történetének jelentős szakaszát tárja fel és gazdag forrásokat nyit meg mind a magyar tudománytörténet, mind a kortörténet kutatói számára. Külön érdekessége, hogy a műszaki szaknyelv kifejlődésének nehézségeit is feltárja.

Szerzője: *Jakoby László* okl. kohómérnök, a műsz. tud. kandidátusa.

III. Említésre méltó pályamunkák

1. »100 vasutat, ezeret . . .« jellegű, »A magyar középponti vasút mozdonyai« c. pályamunka. A magyar vasút fejlődése szempontjából sok adatot összegyűjtő pályamunka, kiegészítéssel és átdolgozással publikálásra alkalmas.

2. »Pons« jellegű, »A Széchenyi-lánchíd története« c. pályamunka. A dolgozat ügyes összefoglalás, egyes téves megállapításai helyesbítése után kiadható.

3. »1868« jellegű, »A magyar vasongyártás« c. pályamunka. A témaválasztás sikerült, de tárgyat nem illeszti bele a hazai gazdasági és ipari viszonyok keretébe.

4. »Garadnavölgy« jellegű, »Adatok a háromi völgyzárógát történetéhez« c. pályamunka. A témaválasztás érdekes, az adatgyűjtés hasznos, bár nem teljes. További feldolgozásra sok indítékot ad.

IV. Témaválasztás szempontjából figyelemreméltó pályamunkák

1. »Galvani 505« jellegű, »A hetvenéves magyar akkumulátor« c. pályamunka.

2. »Historia« jellegű, »Miskolc város közlekedésének története« c. pályamunka.

3. »Per aspera ad astra« jellegű, »Puskás Tivadar élete és műszaki jelentősége« c. pályamunka.

4. »Vivere militare est« jellegű, Rejtő Sándorról szóló pályamunka.

5. »A tudomány hatalommá válik, ha a tömegek birtokába kerül« jellegű, »Műszaki jellegű múzeumok története« c. pályamunka.

Említetteken kívül a következő dolgozatok érkeztek be :

- a) »Az első magyar műszaki doktor: Zielinszky Szilárd«,
- b) »Elfelejtett feltalálók a szabadságharc korából«,
- c) »A Duclos-bányagépgyár története«,
- d) »A veszprémi völgyhid története«,
- e) »A magyar repülőgéptechnika fejlődésének története«,
- f) »A mechanikai cipőipar történeti fejlődése Magyarországon«,
- g) »Az infravörös hőkezelési eljárás története«,
- h) »Egy traktorgyár története«,
- i) »A Kertész-utcai áramfejlesztő telep története«,
- j) »Egy hazai középüzem létesülésének és fejlődésének története«,
- k) »A minőségi szelepek hazai gyártásának története«,
- l) »Madame Curie«,
- m) »Az írógép«,
- n) »A budai téglaiipar fejlődésének története«.

T A R T A L O M J E G Y Z É K

<i>Vidéky Emil</i> : Evolvens homlokkerék-fogazások trigonometriai és kinematikai számítása	225
<i>Csonka Pál</i> : Csonkagúla alakú rácsos szerkezetek rüderői	249
<i>Csonka Pál</i> : Csonkagúla alakú rácsos szerkezetek alakváltozása	259
<i>Csonka Pál</i> : Keresztkötésekkel merevített csonkagúla alakú rácsos vezetékoszlopok csavarása	269
<i>Horváth Zoltán</i> : A vas—oxigén-rendszer egyensúlyi viszonyai	279
<i>Thamm István</i> : Gyorsan forgó és melegen felhúzással illesztett hengeres gépelemek szilárdsági számítása	295
<i>Szmodits Kázmér</i> : Ellipszis alaprajzú oldalnyomásmentes héjszerkezet	315
<i>Kovács K. Pál</i> : Lükettető nyomaték váltakozóáramú gépek aszimmetrikus üzemében	323
<i>Kiss Ervin</i> : Gyorsanforgó lendítőkerekek légsúrlódási veszteségei	369
<i>Bárány Nándor</i> : A pentatükör mint optikai mikrométer	381
<i>Bardin, I. P.</i> : Vas előállítása alacsonyaknás olvasztóban	405
A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki és Agrártudományi osztályainak rendezésében 1954. nov. 27-én tartott Rostnövényi Ankét előadásai:	
<i>Sedlmayr Kurt</i> : Elnöki megnyitó	429
<i>Mohácsi Tivadar</i> : Kendertermesztésünk	431
<i>Beke Ferenc</i> : Több kenderrost-termésre irányuló nemesítés	443
<i>Wein Károly</i> : Rostlen-nemesítés eredményei, problémái, célkitűzései	451
<i>Lakner Kálmán</i> : Az áztatási folyamat megismerése kémiai és fiziko-kémiai vizsgálatok alapján	457
<i>Dischka Győző</i> : A háncrestek objektív minősítő vizsgálata	461
<i>Tömörkény László</i> : Javaslatok a magyar kenderrost minőségének megjavítása érdekében	467
Az MTA Műszaki és Agrártudományi osztályainak rendezésében 1954. nov. 27-én tartott hazai Rostnövény Ankét határozatai	470
A Műszaki Tudományok Osztályának tevékenységéből	473
A Műszaki Tudományok Osztályának rendezésében 1955. január 1-től június 30-ig megtartott ankétek, konferenciák és felolvasó ülések	487
Beszámoló a Műszaki Tudományok Osztálya Műszaki Tudománytörténeti Főbizottságának vitauléséről	493