

TARTALOM

- 62** Cirkónium-dioxid alapú kerámiák kopási viselkedése acélon történő nagy sebességű száraz csúszás esetében
Sergey N. Kulkov ■ Nikolai L. Savchenko
- 65** Nyers és égetett hőálló letovicei kerámiák mf-TMA vizsgálata
Gabriel Varga ■ Anton Trník ■ Igor Štubňa
- 68** Kreatív őrlési módszerek – Innovatív megoldások a cementörlés folyamatában
Jörg M. Schrabback ■ Asztalos István
- 73** Low-NOx égők, új típusú lángok az üvegyiparban
Neil Simpson
- 78** Hőszigetelés és a hőszivattyús technika
Komlós Ferenc
- 86** Egyesületi és sajtóhírek
- 88** VI. Nemzetközi Perlit Konferencia és Kiállítás – a Magyar Perlit 50 éve
Pataky Elemér ■ Dr. Baksa Csaba
- 90** Nemzetközi üveges konferencia Szlovákiában
Varga Zsuzsa
- 90** Egyesületi és sajtóhírek
- 91** Dr. Gálos Miklós 70 éves
- 91** Glasstec 2008

CONTENT

- 62** Wear behavior of zirconia-based ceramics under high-speed dry sliding on steel
Sergey N. Kulkov ■ Nikolai L. Savchenko
- 65** mf-TMA of the green and fired heatproof ceramics Letovice
Gabriel Varga ■ Anton Trník ■ Igor Štubňa
- 68** Creative grinding solutions
Jörg M. Schrabback ■ István Asztalos
- 73** Low-NOx burners for glass melting furnaces
Neil Simpson
- 78** Heat insulation and heat pump systems
Ferenc Komlós
- 86** Society and professional news
- 88** 6th International Conference and Exhibition on Perlite – 50th Anniversary of Hungarian Perlite
Elemér Pataky ■ Dr. Csaba Baksa
- 90** International Congress on Glass in Slovakia
Zsuzsa Varga
- 90** Society and professional news
- 91** Seventieth birthday of Dr. Miklós Gálos
- 91** Glasstec 2008

A finomkerámia-, üveg-, cement-, mész-, beton-, téglá- és cserép-, kő- és kavics-, tűzállóanyag-, szigetelőanyag-iparágak szakmai lapja

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

DR. GÖMZE A. LÁSZLÓ – elnök
TÓTH-ÁSZTALOS RÉKA – főszerkesztő
PROF. DR. TALABÉR JÓZSEF – örökös tiszteletbeli elnök
WOJNÁROVITSNÉ DR. HRAPKA ILONA – örökös tiszteletbeli felelős szerkesztő

ROVATVEZETŐK

Anyagtudomány – DR. SZÉPVÖLGYI JÁNOS
Anyagtechnológia – DR. KOVÁCS KRISTÓF
Környezetvédelem – DR. CSŐKE BARNABÁS
Energiagazdálkodás – DR. SZÜCS ISTVÁN
Építőanyag-ipar – DR. TAMÁS FERENC

TAGOK

Apagy Zsolt, Dr. Balázs György, Dr. Boksay Zoltán, Dr. Gálos Miklós, Dr. Józsa Zsuzsanna, Dr. Kausay Tibor, Kárpáti László, Mattyasovszky Zsolnay Eszter, Dr. Opoczky Ludmilla, Dr. Pálvölgyi Tamás, Dr. Rácz Attila, Dr. Révay Miklós, Schleiffer Ervin

TANÁCSADÓ TESTÜLET

Dr. Berényi Ferenc, Finta Ferenc, Kató Aladár, Kiss Róbert, Kovács József, Dr. Mizser János, Sági Lajos, Soós Tibor, Szarkándi János

A címlapon a Gyöngyöskőhegyi bánya látható.

A folyóiratot referálja a Cambridge Scientific Abstracts. A szakmai rovatokban lektorált cikkek jelennek meg.

Kiadja a Szilikátipari Tudományos Egyesület
1027 Budapest, Fő u. 68.
Telefon és fax: 06-1/201-9360
E-mail: info@szte.org.hu
Felelős kiadó: DR. SZÉPVÖLGYI JÁNOS SZTE ELNÖK

Egy szám ára: 1000 Ft
A lap az SZTE tagok számára ingyenes.

A 2008. évi megjelenést támogatja:
„Az Építés Fejlődéséért” alapítvány

Nyomdai munkák: Sz & Sz Kft.
Tördelőszerkesztő: NÉMETH HAJNALKA
Belföldi terjesztés: SZTE
Külföldi terjesztés: BATHYANY KULTUR-PRESS Kft.

HIRDETÉSI ÁRAK

B2 borító színes	126 000 Ft + ÁFA
B3 borító színes	116 000 Ft + ÁFA
B4 borító színes	137 000 Ft + ÁFA
1/1 oldal színes	95 000 Ft + ÁFA
1/1 oldal fekete-fehér	52 400 Ft + ÁFA
1/2 oldal fekete-fehér	26 200 Ft + ÁFA

A fenti árak az ÁFA-t nem tartalmazzák. A előfizetési és hirdetési megrendelő letölthető az SZTE honlapjáról.

A lap teljes tartalma olvasható a www.szte.org.hu honlapon.
HU ISSN 00 13-907x INDEX: 2 52 50 • 60 (2008) 61-92

A SZILIKÁTIPIARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET

TÁMOGATÓ TAGVÁLLALATAI

3B Hungária Kft. ■ Air Liquide Kft. ■ Altek Kft. ■ Anzo Kft.
Baranya Téglá Kft. ■ Basalt Középkő Kőbányák Kft.
Berényi Téglaiipari Kft. ■ Betonopus Bt. ■ Budai Téglá Zrt.
Cemkut Kft. ■ Colas-Északkelet Kft. ■ Complexlab Kft.
Deco-Mat Kft. ■ Duna-Dráva Cement Kft. ■ Fátyolüveg Kft.
Fehérvári Téglaiipari Kft. ■ G&B Elastomer Trade Kft.
Gamma-Kerámia Kft. ■ GE Hungary Zrt. ■ Geoteam Kft.
Holcim Hungária Zrt. ■ Hunext Kft.
Imerys Magyarország Tűzállóanyaggyártó Kft.
Interkerám Kft. ■ Keramikum Kft. ■ KK Kavics Beton Kft.
KÖKA Kő- és Kavicsbányászati Kft. ■ Kötés Kft.
KTI Nonprofit Kft. ■ Kvarc-Ásvány Kft. ■ Libál Lajos
Licht-Tech Kft. ■ Magyar Téglaipari Szövetség
Magyar Cementipari Szövetség ■ Mályi Téglá Kft.
MAT Kerámia Kft. ■ Messer Hungarogáz Kft.
MFL Hungária Kft. ■ Mineralholding Co. Ltd.
MTA KK Anyag- és Környezetkémiai Intézet
Nagykanizsa Téglagyár Kft. ■ OMYA Hungária Kft.
Pannon-Perlit Kft. ■ Perlit-92 Kft.
Piarista Szakiskola, Gimnázium és Kollégium
Saint-Gobain Weber Terranova Kft. ■ SIAD Hungary Kft.
Szema-Makó Kft. ■ SZIKKTI Kft. ■ SZIKKTI Labor Kft.
Tégla- és Cserépipari Szolgáltató Kft. ■ URSA Salgótarjáni
Üvegyapart Zrt. ■ Wienerberger Zrt. ■ WITEG Kőporc Kft.
Xella Magyarország Kft. ■ Zalakerámia Zrt.
Zsindely "kas" Kft. ■ Zsolnay Porcelánmanufaktúra Zrt.

Wear behavior of zirconia-based ceramics under high-speed dry sliding on steel

SERGEY N. KULKOV ▪ Institute of Strength Physics and Materials Science SB RAS

NIKOLAI L. SAVCHENKO ▪ Institute of Strength Physics and Materials Science SB RAS

Cirkónium-dioxid alapú kerámiák kopási viselkedése acélon történő nagy sebességű száraz csúszás esetében

Tanulmányoztuk a cirkónium-dioxid alapú kerámia kompozit anyagok viselkedését, acélon történő, nagy sebességű száraz csúszás esetében. A vizsgálatot tű-a-tárcsán módszerrel végeztük, maximálisan 47 m/s sebességgel. Kimutattuk, hogy a vizsgálat során egy nagyon komplex összetételű közbülső réteg alakul ki, és ez szabályozza a kerámia-acél páros nem monoton kopását és súrlódási viselkedését. Az első fázisban a kopás normális mértékű, ami azonban katasztrófálisan megnövekszik. A második fázisban a kopás mértéke csaknem az eredeti értékig csökken (amilyen a kis, 0,1 m/s sebességnél tapasztalható). Az ilyen sebességtartományban az anyag gyakorlatilag nem mutat kopást.

1. Introduction

The development of industry requires the design of new wear resistant materials that are able to work in the widest possible range of speeds and loads [1]. Transformation-toughened ceramics are shown much promise for being applied in heavily loaded friction units [2]. Of special note among them are ceramics on the basis of yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystals (Y-TZP [2]). The major toughening mechanism for Y-TZP ceramics is the phase transformation from the tetragonal ZrO_2 phase to monoclinic, which occurs under applied stresses [2]. Besides this, composites Y-TZP- Al_2O_3 are widely applied due to their high thermal stability [2] in which Al_2O_3 particles play a role of reinforcement phase. Our preliminary researches [3] of wear process in zirconia based ceramics with different content of Al_2O_3 carried out in speeds 0,2–9,4 m/s and pressures 1-10 MPa have shown that wear rate has a maximum at pressures 5-10 MPa and speeds about 5 m/s.

It should be noted that there are currently no sufficient data on the behavior of such materials at high sliding speeds, above 10 m/s. The main emphasis is now put on studying the material behavior at low speeds (up to 1 m/s) under abrasive wear [4-5], at cutting and polishing [4-5].

At the same time, in order to choose an optimal structure of composites and their possible application areas, it is necessary to gain data on friction and wear and to study structural changes in composites in speed intervals characterized by high temperatures in the tribocontact zone.

Particularly, at sliding speed increase above 10 m/s temperature in the tribocontact grows, which can significantly change the structural phase state of the composite material and its tribotechnical properties. As shown in [6], under high-speed friction of SiC- Al_2O_3 -Al composite on steel the coefficient of friction and wear decreases due to the formation of a layer containing various oxide mixtures on the friction surface. At elevated contact temperatures this layer has low shear stability, playing the role of lubricant [6]. Similar cases of preserving high tribological characteristics and protective function of transfer layers formed in high-speed friction on steel have

Prof. Sergey N. Kulkov

is head of Department of Ceramics in the Institute of Strength Physics and Materials Science of the Russian Academy of Science since 1989. He has got scientific degrees „Candidate of Physics and Mathematical Sciences” at Tomsk State University in 1981; and „Doctor of Physics and Mathematical Sciences” in 1990. Since 1992 he's working as professor both in Tomsk State University and in Tomsk Polytechnic University. Professor Kulkov has a wide range experiments in research of structural ceramic composites and in development of new material composition and technology of high-tech products. His research works are represented in 5 books, more than 150 articles, 18 patents and many International Symposiums and Conferences. In 1997. prof. Kulkov had a Soros Professor grant. At present prof. Sergey N. Kulkov is head of chair „Theory of Strength and Mechanic of Solids”, member of „The American Ceramic Society” of „The APMI- International” and the DYMAT Society (France).

His scientific activities are the followings: ceramic matrix composites with transformation toughening, transformations and mechanical properties, shock-wave treatment of ceramic powders, superplasticity of CMC, ceramic and ceramic reinforced metal fiber with high porosity for medical applications.

Nikolai L. Savchenko

has finished the Tomsk Polytechnic University in 1987, and between 1991-1994 he was a PhD student of Institute of Strength Physics and Materials Science of Russian Academy of Sciences in Tomsk. In 1995 he successfully completed his dissertation work in theme of zirconia-based ceramics, and used to work as senior researcher in Institute of Strength Physics and Materials Science of Russian Academy of Sciences. At present he is responsible for investigation of wear and friction of transformation-toughened ceramics and ceramic reinforced metal matrix composites on the base of tungsten and tungstenless hard alloys. Dr. Savchenko is author or co-author of 2 books – one of them published by Cambridge Interscience Publishing – of more than 40 articles and 5 Russian patent.

been discussed in [7,8], which consider zirconia- and alumina-based ceramic materials. According to [8], at high sliding speeds up to 37 m/s Y-TZP ceramic specimens demonstrate high wear resistance despite high temperatures in the tribocontact zone and related high-temperature phase transitions.

The present paper is aimed at studying tribological characteristics and the friction surface of Y-TZP and Y-TZP- Al_2O_3 after dry sliding on steel in a wide speed interval.

2. Materials and experimental procedure

Sliding tests were carried out on a friction machine UMT-1 using a pin-on-disk technique with a stepwise speed increase under dry friction. The disk was made of cast high-speed steel (HRC60) and rotated in the vertical plane. The test pressure made up 2-5 MPa, and the sliding speed varied up to 47 m/s. The test time was chosen so that the sliding distance at all speeds amounted to 2 000 meters. Prior to each test the specimens were grinded at speed 0,2 m/s and pressure 2 MPa to get friction surfaces of specified geometry. In every experiment the friction force moment was recorded by the computer at 1 sec intervals and later it was recalculated into the friction coefficient. The measure of wear intensity was the ratio between the volume of the material removed from a specimen during test and sliding distance. The structure and phase composition of friction surfaces were examined with X-ray structural analysis, optical and scanning electron microscopy.

The ceramic specimens has composition of $ZrO_2 + 3 \text{ mole } \% Y_2O_3$ and 80 wt. % $ZrO_2(3 \text{ mole } \% Y_2O_3) + 20 \text{ wt. } \% Al_2O_3$.

This ceramics are characterized by high flexure strength, namely, ≈ 800 MPa for Y-TZP and ≈ 900 MPa for Y-TZP- Al_2O_3 , as well as high fracture toughness (K_{Ic}) ≈ 13 MPa $\times\text{m}^{1/2}$ for Y-TZP and ≈ 10 MPa $\times\text{m}^{1/2}$ for Y-TZP- Al_2O_3 , and grain size ≈ 2 μm for Y-TZP and ≈ 1.5 μm for Y-TZP- Al_2O_3 . Both ceramics had 5% porosity and similar phase composition - 90% tetragonal and 10% of cubic phases.

3. Results and discussion

The performed tests have shown that at sliding speed growth the wear intensity of ceramics firstly increase and then decrease with speed growth, Fig. 1a, Fig. 2a. The friction coefficient for both ceramics reduced from 0,5–0,8 at low sliding speeds to $\approx 0,15$ – $0,2$ for 25–47 m/s, Fig. 1b, 2b. By the electron scanning and optical microscopy data, friction in the speed interval up to 1 m/s results in the formation of grooved surface typical of abrasive wear. Above sliding speeds 3 m/s the worn surfaces have large areas with traces of pitting, and at speeds above 6 m/s they appear smoother, Fig. 3, a, b. Of special note is that there is a network of cracks on friction surfaces of Y-TZP and Y-TZP- Al_2O_3 which divides the surface into separate fragments. We have measured crack spacings along the sliding direction and found that their size distributions are nearly normal with a clear peak.

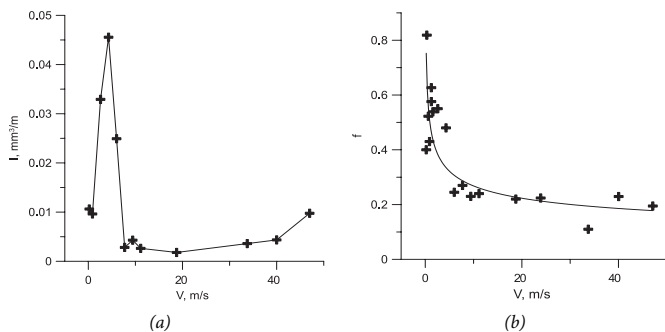


Fig. 1. The sliding speed dependence of the wear rate (a), the friction coefficient (b) of Y-TZP ceramic. The contact pressure is 5 MPa.

1. ábra Az Y-TZP kerámia kopásának mértéke (a) és súrlódási együtthatója (b) a csúszási sebesség függvényében. Érintkezési nyomás: 5 MPa.

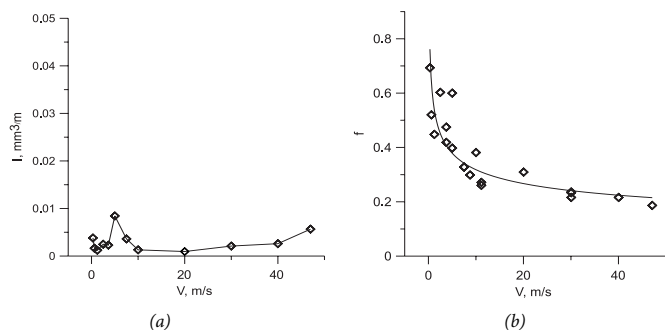


Fig. 2. The sliding speed dependence of the wear rate (a), the friction coefficient (b) of Y-TZP- Al_2O_3 ceramic. The contact pressure is 5 MPa.

2. ábra Az Y-TZP- Al_2O_3 kerámia kopásának mértéke (a) és súrlódási együtthatója (b) a csúszási sebesség függvényében. Érintkezési nyomás: 5 MPa.

The monoclinic phase in initial state of both ceramics is absent and is appeared only after testing with speeds up to 2 m/s for Y-TZP and 11 m/s for Y-TZP- Al_2O_3 and its volume fraction is about 7–15%.

The amount of cubic phase which was 10% for initial state of ceramics remain invariable for Y-TZP and Y-TZP- Al_2O_3 until reaching the speed of 20 m/s. The further increase in the sliding speed resulted in its $\approx 17\%$ increase for Y-TZP and $\approx 15\%$ for Y-TZP- Al_2O_3 ceramics. The appearance of the cubic phase on the specimen surface after maximum sliding speeds is evidently due to that part of the tetragonal phase transforms to cubic by the diffusion mechanism. This transition is favored by high temperatures in the tribocontact zone, e.g., in [9] temperature in the tribocontact zone at speed 10 m/s is estimated to be $\sim 2000^\circ\text{C}$.

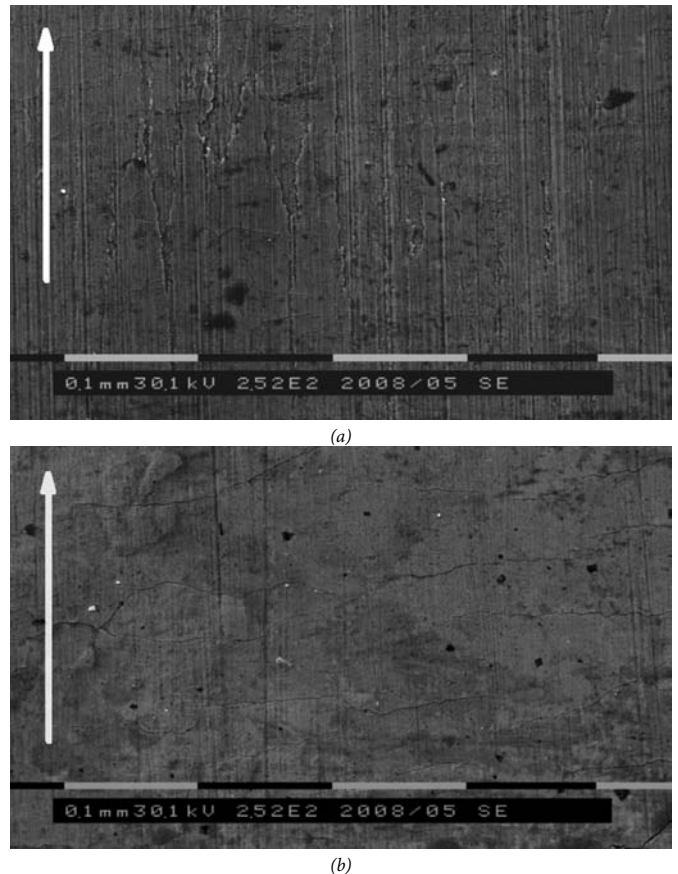


Fig. 3. The SEM micrographs of the wear surface of Y-TZP (a) Y-TZP- Al_2O_3 (b) after tests at 47 m/s. Arrow shows the sliding direction.

3. ábra Az Y-TZP (a) és Y-TZP- Al_2O_3 (b) kerámiák koptatási felületének pásztázó elektronmikroszkópos (SEM) felvétele a 47 m/s sebességű vizsgálat után. A nyíl a csúszás irányát mutatja.

Optical and scanning electron microscopy revealed that above high speeds (higher than 6 m/s) friction surfaces were uniformly covered with a transfer layer. After low- and medium- speed sliding friction the transfer layer distribution on the surfaces was extremely inhomogeneous, which appeared as large friction surface areas with absolutely no transfer layer.

We have also examined near-surface regions of the Y-TZP ceramics and found that this surface layer (evidently having submicrocrystalline structure, Fig. 4a) is rather thin, about 1–2 μm . In the speed interval from 0,2 to 6 m/s where the wear rate rapidly increases, there is a material region beneath the layer in which the grain shape is significantly changed in the sliding direction, Fig. 4a. The thickness of this region is maximum 10 μm at medium sliding speeds (~ 4 m/s), i.e. at the

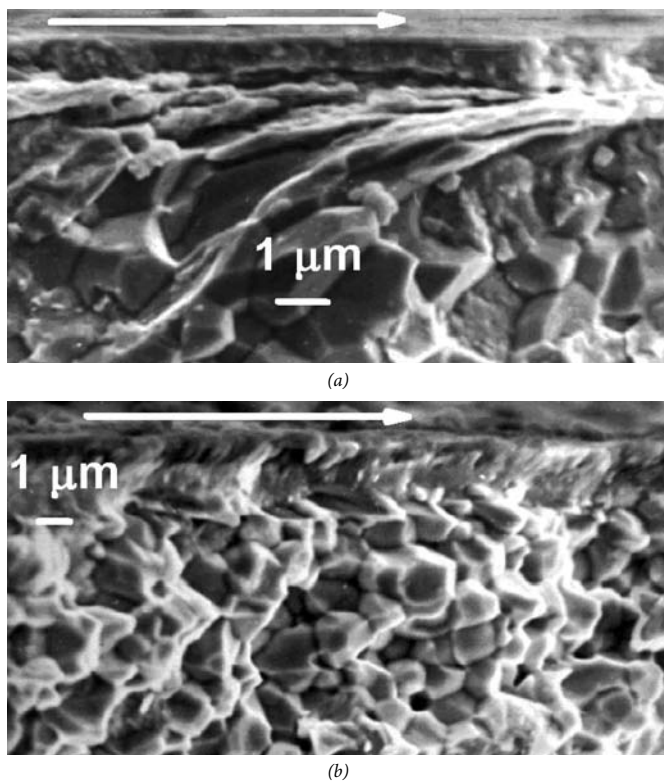


Fig. 4. The SEM micrographs of the subsurface regions of the Y-TZP ceramics after wear at (a) 4.3 and (b) 11.1 m/s. Arrow shows the sliding direction
 4. ábra Az Y-TZP kerámiák felület alatti rétegének SEM felvétele a 4,3 (a) és a 11,1 (b) m/s sebességű koptatás után. A nyíl a csúszás irányját mutatja.

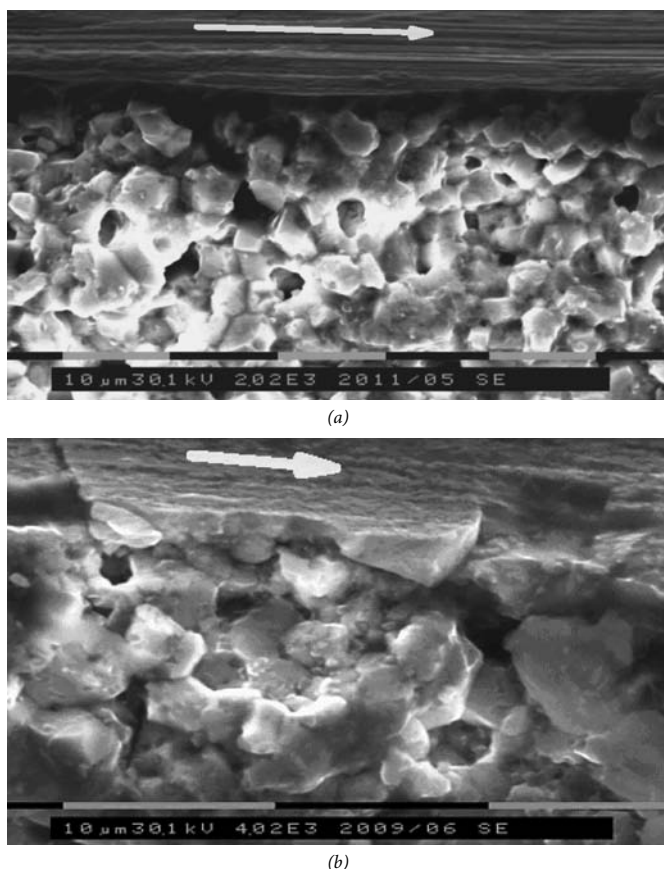


Fig. 5. The SEM micrographs of the subsurface regions of the Y-TZP-Al₂O₃ ceramics after wear at (a) 4.3 and (b) 40 m/s. Arrow shows the sliding direction.
 5. ábra Az Y-TZP-Al₂O₃ kerámiák felület alatti rétegének SEM felvétele a 4,3 (a) és 40 (b) m/s sebességű koptatás után. A nyíl a csúszás irányját mutatja.

speeds when the wear rate is maximum, Fig. 1a. On increasing the sliding speed above 6 m/s, there is no changes of grain shapes they are approximately equiaxed alike in initial material Fig. 4b. In case of Y-TZP-Al₂O₃ ceramics these areas have never been found for all testing speeds even in average speeds of sliding where severe wear has been observed (Fig. 5a, b).

The wear processes occurring at speeds 2–6 m/s correspond to high-temperature adhesive interaction between ceramics and steel. This wear regime is characterized by high wear intensity, which is illustrated in Fig. 1a, Fig. 2a. Subsequent decrease in wear intensity at sliding speeds higher than 6 m/s is a result of contact stress reduction owing to the formation of the transfer layer and its transition from the ductile to quasi-liquid state, which is also favored by high tribocontact temperature. The formed quasi-liquid film uniformly covers the ceramic friction surface and acts as “soft” coating. The latter facilitates contact stress decrease on the surface by reducing the true contact area between the specimen and disk. In case when the quasi-liquid “soft” film covers the ceramic surface, the friction coefficient is minimum and approaches values typical of boundary lubrication friction.

It should be noted that in spite of general similarity in tribology behaviour of samples of both Y-TZP and Y-TZP-Al₂O₃, the latter system shows a higher wear resistance under the conditions of high-speed sliding. It is possible that the microstructure of such a material serves to higher bearing ability of the worn surface.

4. Conclusions

The performed experiments have revealed that at high sliding speeds up to 47 m/s Y-TZP and Y-TZP-Al₂O₃ ceramic specimens have high wear resistance, despite high temperatures in the tribocontact zone and related high-temperature transitions. In this case, there is a wide interval of speeds where the process is nearly “wearless”.

We gratefully acknowledge the partial financial support from the RFBR (the project 06-03-96929-p_ofi).

References

- [1] I.M. Fedorchenko (2002): *Antifriction and friction cermet materials*. Powder Metallurgy and Metal Ceramics, Vol.41/9-10, pp 489-497.
- [2] L. Nettlehip, R. Stevens (1987): *Tetragonal zirconia polycrystal (TZP) – a review*. Int.J. High Technology Ceramics, 3, pp 1-32.
- [3] N. Savchenko, S. Tarassov, A. Melnikov, et al. (1998): *Dry sliding wear resistance of toughened ZrO₂-Y₂O₃ and ZrO₂-Y₂O₃-Al₂O₃*, Proc. of Euro. Conf. on Composite Materials. Science, Technologies and Applications (ECCM-8), 3-6 June 1998, Naples-Italy. Cambridge: Wodhead Publishing Limited, 4, pp 343-350.
- [4] S.W. Lee, S.H. Hsu, M.C. Shen (1993): *Ceramic Wear Maps: Zirconia*. J.Am.Ceram.Soc., Vol.76/8, pp 1937-1947.
- [5] Y. J. He, A. J. A. Winnubst, A. J. Burggraaf, H. Verweij, P. G. van der Varst and B. de With (1996): *Grain-size dependence of sliding wear in tetragonal zirconia polycrystals*. J. Amer. Ceram. Soc., Vol.79/12, pp 3090-3096.
- [6] A. Ravikiran, V. Jayaram, and S.K. Biswas (1997): *Sliding wear of Al₂O₃-SiC-(Al,Si) composites against a steel counterface*. J.Am.Ceram.Soc., Vol.80/12, pp 19-24.
- [7] A. Ravikiran, V. S. Nagarajan, S. K. Biswas, et al. (1995): *Effect of speed and pressure on dry sliding interactions of alumina against steel*. J. Am. Ceram. Soc., Vol.78/2, pp 356-364.
- [8] N.L. Savchenko, K.M. Pyatova, S.N. Kulkov (2008): *Vestnik TSU. Mathematics and mechanics*, 1, pp 84-89 (in Russian).
- [9] S.C. Lim, M.F. Ashby (1987): *Wear mechanism maps*. Acta Metallurgica, 35, pp 1–24.

mf-TMA of the Green and Fired Heatproof Ceramics Letovice

GABRIEL VARGA ▪ Dpt. Of Physics, Constantine the Philosopher University ▪ gabriel.varga@ukf.sk

ANTON TRNÍK ▪ Dpt. Of Physics, Constantine the Philosopher University ▪ atrnik@ukf.sk

IGOR ŠTUBŇA ▪ Dpt. Of Physics, Constantine the Philosopher University ▪ istubna@ukf.sk

Nyers és égetett hőálló letovicei kerámiák mf-TMA vizsgálata

A 20–1100 °C hőmérséklet tartományban végzett, a roncsolásmentes hangrezonanciás módszerrel alapuló mf-TMA vizsgálat megerősítette, hogy a módszerrel érzékenyen lehet követni a nyers kerámia anyagában a hőkezelés során végbemenő folyamatokat (a fizikailag kötött víz felszabadulását, a dehidroxilációt, a szilárd fázisú zsugorodást, a magas-hőmérsékletű reakciókat), valamint az égetett kerámia termék szerkezetében a mikrorepedések jelenlétét.

Kulcsszavak: hőálló kerámia, tűzálló anyag, termomechanikai elemzés, rezonanciás módszer

Key words: heatproof ceramics, refractory, thermomechanical analysis, resonant method

1. Introduction

An understanding of behavior of ceramics can provide insights on firing processes, the influence of additives and raw materials, densification and sintering properties, reaction kinetics, phase transitions, glaze development, and thermal shock. Thermodynamic analysis (TDA) is very suitable and traditional method for investigation of sintering [1]. Sintering is accompanied with vanishing of the porosity, which is connected with shrinkage of the sample measurable by dilatometer. TDA is effective if the shrinkage during liquid phase sintering. But during the solid phase sintering, which takes place at lower temperatures, the shrinkage is small and TDA is less effective. In this case, a measurement of the mechanical strength gives more information about processes on the boundaries between crystals [2]. Unfortunately, to determine the mechanical strength, many samples (usually more than 10) should be measured. For detailed study of the mechanical strength behavior of the ceramic material in the temperature range of 20 – 1100 °C (e.g., this is the temperature range used in the work described in this paper) by step of 10 °C, 1100 samples should be tested. Every measurement takes a certain time, so the continual measurement during increasing temperature is impossible. This dilemma can be circumvented by measurement of Young's modulus which is linearly proportional to the mechanical strength [3].

Mechanical thermal analysis (TMA) which uses a time-dependent periodic force affecting the sample, so-called modulated force thermomechanical analysis (mf-TMA), is relatively new method comparing with TDA. Many technical solutions of the method are based on the continual measuring the resonant frequency of the sample during defined temperature regime. The resonant frequency serves for calculation of the sound velocity or elasticity moduli (Young's modulus or shear modulus). A next eventuality of the mf-TMA is measuring the temperature dependence of the internal friction. The mf-TMA method is exploited relatively rare. For example, this method was used for investigation of sintering in [4-7] and for investigation of the role of quartz in porcelain in [8, 9]. The mf-TMA is unreplaceable for investigation of the materials which are mechanically exerted at high temperatures [10, 11]. The mf-TMA as a non-destructive method is suitable for continuous testing of the sample in the large temperature interval.

RNDr. Gabriel Varga

(19.10.1979., Slovakia. Nationality: hungarian)
Education: 2005: Constantine the Philosopher University in Nitra, chemistry – computer science (degree - Mgr.). 2005, 2007: Slovak Technical University - Summer School of Thermal Analysis – certificate. 2006: Constantine the Philosopher University in Nitra – graduated as doctor of natural sciences (RNDr.). 2005: Constantine the Philosopher University in Nitra - PhD. student. Field of research: Physics of condensed matter and acoustic – Heatproof ceramic materials.

RNDr. Anton Trník, PhD.

(30.1.1978, Slovakia)
Education: 2003: Mgr. Degree from the Constantine the Philosopher University in Nitra, physics and computer science. 2004: RNDr. Degree from the Constantine the Philosopher University in Nitra, physics of materials. 2006: PhD. degree from the Constantine the Philosopher University in Nitra, physics of condensed matter and acoustics. Field of research: Thermophysical properties of ceramics, measurement of the dynamical mechanical properties (sound velocity, moduli of elasticity).

Doc. Ing Igor Štubňa, CSc.

(19. 5. 1941., Slovakia)
Education: 1965: Dipl. Ing. degree from the Electrophysical faculty of Sankt Petersburg Electrotechnical University physics of solid state. 1980: PhD (CSc.) degree from the Institute of Physics of Slovak Academy of Sciences (PhD thesis on mechanical properties of electroporcelain). Field of research: Mechanical and thermophysical properties of the kaoline-base ceramics, firing of ceramics, measurement of the dynamical mechanical properties (sound, moduli of elasticity).

As it follows from theory, the relationship between coefficient of the linear thermal expansion and Young's modulus is (see e.g. in [12, 13]). However, the rule “the higher thermal expansion the lesser Young's modulus” can be used only qualitatively in general [14]. Formulae connecting the coefficient of the linear thermal expansion with elastic constant were derived for the simple cubic monocrystals and do not take into account porosity, grains boundary and other defects and structure features of real materials which influence in great measure the elastic properties. However, the coefficient of the linear thermal expansion and Young's modulus cannot be obtain one from the other by calculation but have to be measured. In spite of the some common origin these values bring different information.

In this work we show mf-TMA and its abilities for experimental study of the mechanical behavior of the kaolin-contained heatproof stove tile ceramics.

2. Measurement method and samples

2.1 Resonant mf-TMA

The most commonly methods used for determination of the elastic parameters (Young's modulus, shear modulus, sound velocity) of ceramics are resonant techniques, which are relatively simple and produce very small mechanical stress, which does not initiate inelastic processes in tested material. Under such a low stress, the assumptions of the elastic theory of the vibration are well fulfilled and, apart from it, negligible structural changes take place in the sample. The simplest and the most reliable arrangement of experiment is based on the flexural vibrations of the sample. An advantage of the flexural vibrations is also their simple excitation and measurement which is favorable at high temperatures. This method which was used in [4, 6, 7, 8, 11] is described in details in [15].

The sound velocity c and Young's modulus E can be calculated by formulae [16]

$$c = K \frac{l^2(fQ)}{d}, \quad E = c^2 \rho = \left[K \frac{l^2(fQ)}{d} \right]^2 \rho \quad (1)$$

where constant K for fundamental mode of the flexural vibration is

$K = 1,12338$ for cylindrical sample,

$K = 0,97336$ for prismatic sample with square cross-section.

The further values in Eq. (1) are: f – resonant frequency of the fundamental mode [Hz], ρ – volume mass of the sample material [kg/m³], d – diameter of the circular cross-section or side of the square cross-section of the sample [m]. A value Q is a correction coefficient, which have to be used if $l/d < 20$, where l is length of the sample. The coefficient Q is determined as

$$Q = 1 + \frac{1}{l/d} \left\{ \frac{A}{\alpha} + \frac{1}{l/d} \left[B + \frac{1}{l/d} \left(C + \frac{D}{l/d} \right) \right] \right\} \quad (2)$$

where μ is Poisson's ratio and constants A, B, C, D are in Tab. 1, [16]. Another way of the obtaining the correction coefficient is described in [15].

Al2O3	SiO2	Fe2O3	K2O	Na2O	TiO2	CaO	MgO	L.O.I.
23,08	62,4	1,47	2,45	0,72	0,68	14,5	0,4	7,3

Table 1. Chemical composition of the green ceramic mixture [wt. %]
1. táblázat A kerámia nyerskeverék kémiai összetétele (tömeg %)

The mf-TMA was carried out with the apparatus designed by the authors. It is based on the construction described in [11, 15].

The green samples were heated in the mf-TMA apparatus in the air up to 1100 °C. After this analysis, the fired samples were subjected to the repeated test up to the temperature of 1100 °C. The temperature was increased linearly with the rate of 5 °C/min.

2.2 Samples

Green ceramic samples were made from a mixture of some commercial raw materials, most of which contain mainly kaolin and illite. The mixture contains significant amount of quartz. Crushed fired ceramics (pieces of the size less than 1 mm) and organic deflocculant were also added to the raw minerals. The mixture is used for production of the heatproof stove tiles at the ceramic plant Letovice, Czech Republic. A chemical composition (after manufacturer) of the dried samples is showed in Tab. 2.

parameter	cross-section	
	circular	square
A	-0,01284	-0,03564
B	3,11101	7,88347
C	-3,92254	-10,04634
D	3,92352	12,00459

Table 2. Parameters A, B, C, D for the fundamental mode
2. táblázat Az alaplómódzat A, B, C és D paraméterei

The samples were prepared from the slurry by casting to the gypsum form. After free drying in the open air, the samples contained ~1 wt. % of the physically bonded water and had the dimensions 10×10×150 mm.

3. Results and discussion

During the heating, the green sample changed its structure and composition. Thus these changes determined mechanical behavior. A directly measured value in mf-TMA is a resonant frequency. Although the resonant frequency is not a material value, it depends on the structure, composition and temperature of the sample. To determine correct values of the sound velocity, thermodilatometry must be done and actual dimensions must be substituted into Eq. (1a). Determining of the Young's modulus requires thermodilatometry and thermogravimetry to calculate actual dimensions and volume mass for Eq. (1b). The graphs, and (where t = temperature [°C]) are similar to each other and it is sufficient for our purpose to show only the graph.

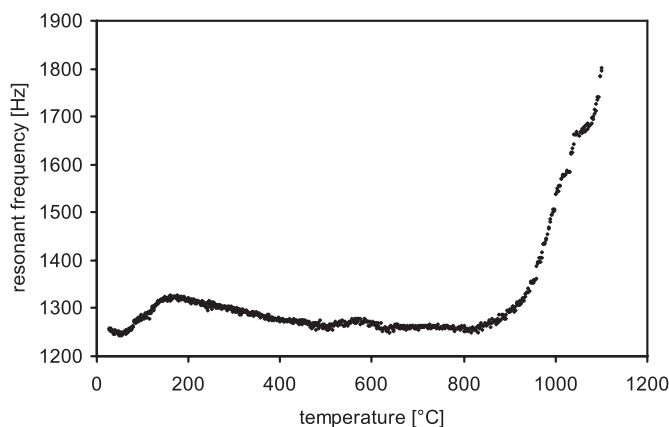


Fig. 1. mf-TMA curve of the green sample Letovice
1. ábra A Letovice-i nyersanyag minta mf-TMA görbéje

Results of the mf-TMA of the green sample are shown in Fig. 1. A curve can be divided in typical parts corresponding to processes in kaolin-contained mixture during its firing up to 1100 °C:

- Liberation of physically bound water at temperatures from 20 to 150 °C. This process leads to the more tight contacts between crystals, and subsequently, to the higher resonant frequency.
- Dehydroxylation at temperatures ~400–650 °C. Creation of the high-defect metakaolinite decreases the resonant frequency. This effect is partially superimposed by the solid-phase sintering.
- $\alpha \rightarrow \beta$ transformation of quartz at the temperature ~573 °C.
- Solid-state sintering at temperatures ~500–1100 °C.
- Collapse of metakaolinite and creation of alumina spinell (metastable phase) and mullite above 1010 °C. This new structure significantly improves mechanical properties, and subsequently, the resonant frequency.
- Melting the traces of feldspar and creation of the glassy phase above 1080 °C. This is not clearly visible in Fig. 1, because of the small amount of the glassy phase. Its presence more affects a thermodilatometric curve [17].

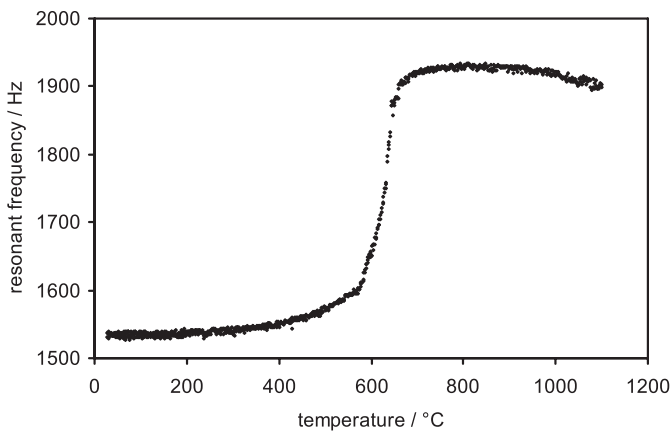


Fig. 2. mf-TMA curve of the fired sample Letovice
2. ábra A Letovice-i égetett kerámia minta mf-TMA görbéje

Results of the mf-TMA of the fired sample are shown in Fig.

2. Only a few processes run in the sample during its heating:

- Linear thermal expansion and attenuation of the interatomic forces induced by heat which should be accompanied with slow increasing of the resonant frequency. This is not recorded in Fig. 2. A cause of that can be hidden in a competing mechanism which follows from the multiphase structure of the samples. Different thermal expansions of the phases can partially remove microcracks between crystals and, subsequently, improve mechanical properties of the sample.
- $\alpha \rightarrow \beta$ transformation of the unsolved quartz grains at the temperature ~ 573 °C. If the quartz grains are free and can change their dimensions without obstructions, their relative volume change is +0,68% [18]. But, the quartz grains are not free since they are in a neighbourhood of the glass phase and crystals of the minerals. The quartz grains increase their volume less than 0,68% and generate a compressive stress in their close surroundings. Since many quartz grains have circumferential microcracks around them, the stress has a healing effect, which leads to the rapid increase of the resonant frequency. A similar effect was observed in [9].

4. Conclusion

The results of the mf-TMA analysis based on the non-destructive sonic resonant method confirmed the sensitivity of the method to:

- the processes which take place in the green ceramic material during heating (liberation of the physically bounded water, dehydroxylation, solid phase sintering, high-temperature reactions),
- the presence of the microcracks in the ceramic structure.

The next information was obtained for the green sample:

- liberation of physically bound water significantly improves the mechanical properties of the green sample,

- dehydroxylation, $\alpha \rightarrow \beta$ transformation of quartz and melting the feldspars are reflected in the resonant frequency in lesser measure. That is probably due to the superimposing these processes by the solid-phase sintering.
- collapse of metakaolinite and creation of primary mullite rapidly improves mechanical properties.
For the fired sample were obtained:
- different thermal expansions of the phases can partially remove microcracks between crystals and, subsequently, slightly improve mechanical properties of the sample during heating from 20 to 550 °C.
- $\alpha \rightarrow \beta$ transformation of the unsolved quartz grains induces a radial stress with a healing effect on microcracks which leads to the rapid increase of the resonant frequency.

Acknowledgements: This work was supported by the grants VEGA 1/3179/06 and VEGA 1/3117/05. Authors thank ceramic plant Keramika Letovice for samples.

References

- [1] Paganelli, M.: *Using the optical dilatometer to determine sintering behavior*. Am. Cer. Soc. Bull, 81, 2002, 25-30
- [2] Garšin, A.P. – Gropjanov, V.M. – Zajcev, G.P. – Semjonov, S.S.: *Keramika dlja masinostrojenija*. Naučtehlitizdat, Moskva 2003
- [3] Štubňa, I. – Sláviková, J. – Vozár, L.: *Relationship between mechanical strength and Young's modulus of porcelain*. Industrial Ceramics, 28, 2008, in press
- [4] Churchman, G. J. – Forster, P. K.: *Factors affecting thermal shock resistance during fast firing of ceramics*. New Zealand J. of Science, 17, 1974, 59-70
- [5] Vlach, V. – Bureš, J.: *Determination of the physico-mechanical parameters of ceramics during firing*. In: Proc. Conf. Sintering of ceramics, Karlovy Vary, 1976, 94-99 (in Czech)
- [6] Marlowe, M. O – Wilder, D.R.: *Sensitive resonant frequency technique for the study of sintering kinetics*. J. Amer. Ceram. Soc, 50, 1967, 145-149
- [7] Marlowe, M. O – Wilder, D.R.: *Sintering kinetics study using reduced variables*. J. Amer. Ceram. Soc, 50, 1967, 509-512
- [8] Štubňa, I. – Kozík, T. – Hanic, F.: *Young's modulus and mechanical strength of porcelain at the firing cooling stage*. Ceramics International, 18, 1992, 353-354
- [9] Štubňa, I. – Trník, A. – Vozár, L.: *Thermomechanical analysis of quartz porcelain in temperature cycles*. Ceramics International, 33, 2007, 1287-1291
- [10] Brown, H.L.: *Young's modulus measurement above 2000 °C*. Rev. Sci. Instr., 34, 1963, 636-639
- [11] Kaštaljan, J.A.: *Elastic parameters of materials at high temperatures*. Naukova dumka, Kiev 1970 (in Russian)
- [12] Postnikov, V.S.: *Physics and chemistry of solid state*. Metallurgia, Moskva 1978 (in Russian)
- [13] Lakhad, S. C.: *Temperature dependence of the elastic constants*. J. Appl. Phys., 42, 1971, 4277-4281
- [14] Štubňa, I. – Trník, A. – Vozár, L.: *Thermomechanical and thermodilatometric analysis of green alumina porcelain*. Ceramics International, 34, 2008, in press
- [15] ASTM C 1198-01: *Standart test method for dynamic Young's modulus for advanced ceramics by sonic method*. (Published in June 2001, Standard Documents, Philadelphia USA)
- [16] Štubňa, I. – Liška, M.: *Correction coefficients for calculating sound velocity and Young's modulus from resonant frequencies*. Acustica - Acta Acustica, 93, 2007, 1057-1059
- [17] Varga, G. – Štubňa, I.: *Dilatometry of stove ceramic material Letovice*. Építőanyag – Building materials, 60, 2008, 13-15
- [18] Prianišnikov, V.P.: *Sistema kremnezema*. Strojizdat, Leningrad 1971.

Kreatív őrlési módszerek¹ – Innovatív megoldások a cementőrlés folyamatában

JORG M. SCHRABBACK ▪ Sika Services AG, Corporate Construction ▪ schrabback.jorg@de.sika.com

ASZTALOS ISTVÁN ▪ Sika Hungária Kft., Beton Üzletág ▪ asztalos.istvan@hu.sika.com

Creative grinding solutions

The use of chemical processing agents in the manufacture of cement is well known and state-of-the-art today. The latest developments in the chemical industry have opened new possibilities to further improve the cost structure. Sika has introduced a new approach to the grinding aid business. The brand SikaGrind stands for new creative solutions for grinding aids and performance enhancers.

Bevezető

Az 1930-as évek közepén kezdtek a cementgyárak cement adalékokat használni annak érdekében, hogy növeljék a cementtermelés mennyiségét. Nyilvánvalóvá vált, hogy a cement adalékok használata tette lehetővé a gyártók számára a cement finomsági és minőségi kérdése megoldását, amely ezek nélkül nehezen vált volna lehetségessé.

Az alapvető nyersanyagok abban az időben az aminok, az amino-acetátok, a glikolok és a glukonátok voltak. Az utóbbi évtizedekben az érdeklődés középpontjába került megtalálni új és sokkal hatékonyabb aminokat az őrlhetőségre és a hidratáció fokozására vonatkozóan.

1. Új műszaki eljárás

A Sika a közelmúltban kifejlesztett egy kiváló tulajdonságokkal rendelkező új alapanyagot az őrlhetőség tökéletesítésére. A SikaGrind® cementőrlést segítő legújabb generációja polikarboxilát (PCE) alapú polimer. Ezek a termékek lehetővé teszik, hogy az állandó minőségű gyártási színvonal megtartható legyen a gyártási kapacitás maximális kihasználása mellett.

Ezt a speciális ViscoCrete polimert a Sika központi kutató-fejlesztő laboratóriumában, Zürichben (Svájc) fejlesztették ki és világszerte gyártják minden Sika-polimer gyártóhelyen. A PCE polimerek, amelyek molekuláris szinten hasonlóak az aminokhoz és a glikolokhoz, valamint hasonló ionos csoportokat tartalmaznak, a malom kiváló őrlési adottságai között gyorsan ki tudják fejteni hatásukat.

A diszpergálást megkönnyítő PCE polimerek elősegítik a cement szemcsék szétválasztását azáltal, hogy közvetlen kapcsolatba kerülnek a SikaGrind®-cseppekben megtalálható legkisebb molekulák millióival. Az új generációs őrlést segítő polimerek legfontosabb tulajdonsága, hogy két fajta mechanizmuson keresztül fejtik ki hatásukat: (1) megelőzik a részecskék újbóli összetapadását, és (2) jelentősen növelik a szétválasztó teljesítményét azáltal, hogy csökkentik a dara- (visszatérő) és növelik a friss anyag mennyiségét. Ezáltal végső soron meg-növelik a teljes gyártási kapacitást.

¹ A cikk az *International Cementreview* c. folyóirat 2007. szeptemberi számában Jost, P. és Schrabback, J. M. szerzők által „Creative Grinding Solutions” címmel megjelentetett cikk magyar fordítása és másodközlése.

Dipl.-Ing. Jorg M. Schrabback

(1970), study of civil engineering at FH Frankfurt/Main (Germany)

1994-1999 application engineer for optimized production of semi-dry concrete with admixtures. 1999-2004 technical consultant for concrete admixtures in the export department of Sika Germany. Since 2004 Corporate Product Engineer for Cement Additives in the Sika Services AG.

Asztalos István

(1955)

Végzettségek: BME Építészmérnöki Kar – okl. építészmérnök (1979) – okl. építőipari gazdasági mérnök (1985) – okl. szerkezetépítő betontechnológia szakmérnök (2001). Munkahelyek: BVM Vezérigazgatósága – gyártmánytervező (1979-1989), BVM Mérnöki Kft. – gyártmányfejlesztő (1989-91), ügyvezető igazgató (1991-94), BVM Épelem Kft. – marketing irodavezető (1994-96), STABIMENT Hungária Kft. – ügyvezető igazgató (1996-2004), Sika Hungária Kft. – Beton Üzletág – üzletágvezető (2004-óta). A BETON c. szakmai havilap alapítója és szerkesztőbizottsági vezetője 1993-óta. A Magyar Betonszövetség elnökségi tagja 2001-óta, a Szilikátipari Tudományos Egyesület főtítkára 2004-óta. Több társadalmi szervezet, egyesület, kamara tagja.

A SIKAGRIND® TECHNOLÓGIA

A SikaGrind® márkanév olyan őrlést segítő szereket takar, amelyeket a golyós malmok gyártási kapacitásának növelésére és a szétválasztók (szeparátorok) hatékonyabbá tételére fejlesztettek ki.

Amellett, hogy az őrlési folyamat során egységnyi idő (egy óra) alatt több tonna cement gyártható, az egy tonnára jutó energiafelhasználás költségének csökkenése pedig megtakarítást eredményez.

A Sika a termékek széles skáláját kínálja, kezdve a legalapvetőbb őrlést segítőktől, amelyek állandó minőségű gyártási színvonalat biztosítanak maximális gyártási kapacitás mellett, egészen a speciális őrlést segítőig, amelyek fentiekén túl lehetővé teszik a szilárdság növelését, a megfelelő légbuborékképzést és a cementpor folyékony-ságának beállítását.

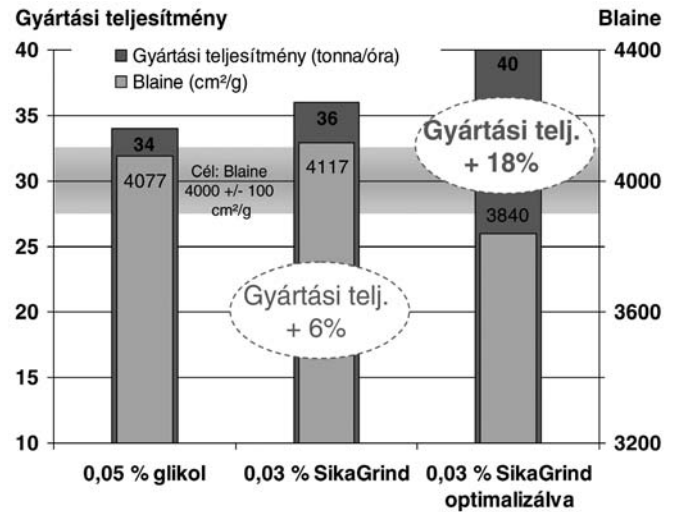
2. Egymást erősítő hatások

A Sika németországi cement adalékokkal foglalkozó kutató-fejlesztő központjában, Leimenben elvégzett laboratóriumi őrlési kísérletek során világossá vált, hogy a legjobb őrlési viselkedést a különleges PCE polimer alapú készítményekre épülő termékekkel és a létező, kipróbált alapanyagokkal lehet elérni. Ezt az egymást erősítő hatást megerősítették a több nemzetközi gyárban, különböző fajta cementekkel és eltérő őrlési feltételek között elvégzett kísérletek (lásd az 1. ábrát).



1. ábra A cement malomba friss anyagot, darát (visszatérő) és SikaGrind®-et adagolnak
Fig. 1. Total feed of cement mill consisting of fresh material, the return from the separator and SikaGrind

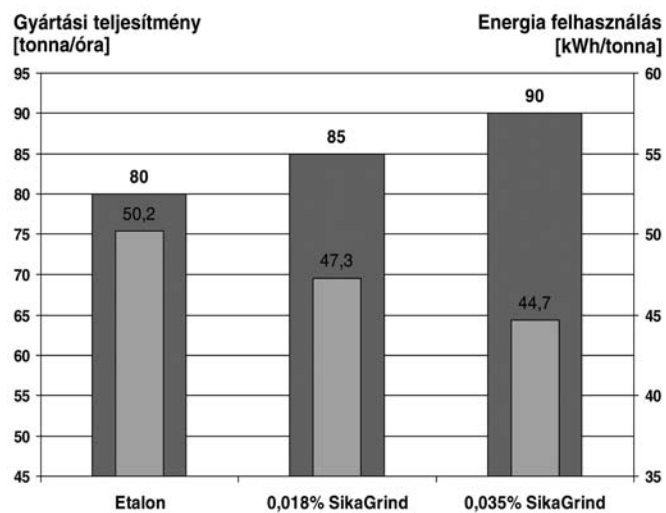
nológiája jelentősen kisebb adagolás mellett 6%-os termelésnövekedést tett lehetővé a hagyományos glikol-alapú termékkel összehasonlítva oly módon, hogy a kész cement minősége nem változott.



3. ábra A malom teljesítményének növelése SikaGrind®-800 technológiával
Fig. 3. Increased mill efficiency with SikaGrind®-800 technology

3. Termelés növelése

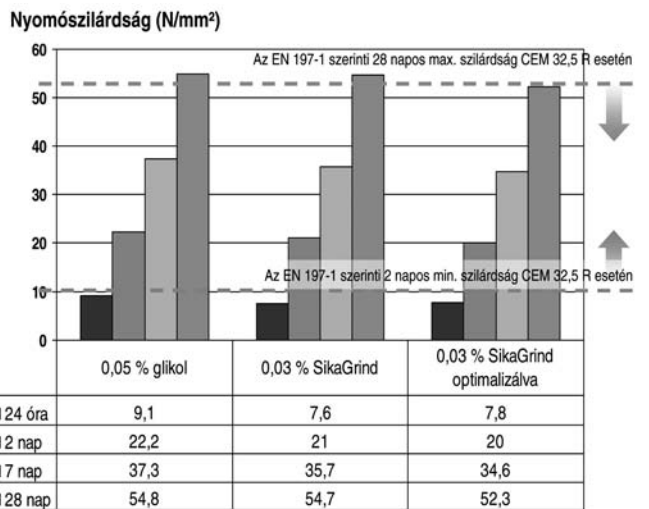
A termékek fejlesztése ezeken az új PCE polimereken kívül az új SikaGrind®-800 sorozat kifejlesztését is jelentette. Ezek az új termékek nagyon jól működnek a golyós malom rendszerekben. A kijövő cement mennyisége könnyen növelhető. Az adagolás növelésével nagyobb gyártási többletet lehet elérni (lásd a 2. ábrát). Ez lehetővé teszi, hogy gyorsan megtaláljuk a gazdaságos megoldást minden egyedi helyzetben, és a piac cement mennyiségére vonatkozó igényeit rugalmasan követni tudjuk.



2. ábra. A gyártási teljesítmény és az energia felhasználás alakulása a Sika Grind®-800 adagolásának függvényében
Fig. 2. Adjustable mill output related to the dosage of SikaGrind®-800

4. Folyamat optimalizálása

A 3. és 4. ábra mutatja a sok elvégzett üzemi kísérlet egyikének, ebben az esetben a CEM II/B-S 32,5 R (Blaine 4100 cm²/g) cementtel elért eredményeit. A Sika új őrlést segítő tech-



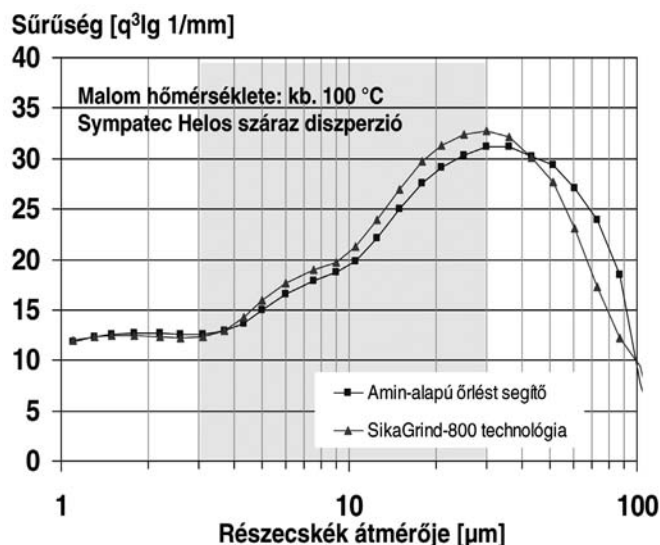
4. ábra Az optimalizált szilárdsági eredmények SikaGrind®-800 technológiával
Fig. 4. Optimised strength results with SikaGrind®-800 technology

Mivel ennél a sajátos cementnél a rendszeren elért végszilárdság felső határa mindig az EN 197-1 szerint van korlátozva, egy kiegészítő kísérlet sorozattal 200 cm²/g-al kevesebb Blaine-értékű kész cementet céloztunk meg, amely végül további termelésnövekedést eredményezett. A teljes termelésnövekedés értéke ezzel az új PCE polimer alapú termékkel elérte a 18%-ot.

5. Szilárdság növelése

Egy másik üzemi kísérlet során az volt a cél, hogy növeljük meg a salaktartalmat azonos gyártási feltételek mellett, ebben az esetben a CEM II/B-S 32,5 R (Blaine 3100 cm²/g) cementnél. A Sika új őrlést segítő technológiája lehetővé tette, hogy a cement gyártása – összehasonlítva a jelenleg használt, amin-

alapú termékkel – finomabb szemszerkezettel történjen meg a Sika őrlést segítő szer hasonlóan kis adagolása és azonos gyártási feltételek mellett (lásd az 5. ábrát).



5. ábra. Finomabb szemeloszlás SikaGrind®-800 technológiával
Fig. 5. Finer granulometry with SikaGrind®-800 technology

Mindaz oda vezetett, hogy mind a kezdeti-, mind a végszilárdságok növekedtek (lásd az 1. táblázatot), amely lehetővé tette a klinker-hányad-, és ezáltal a CO₂ kibocsátás csökkentését ebben a cementgyárban.

Termék	Amin-alapú versenytárs termék	SikaGrind®-800 technológia
Adagolás (ml/perc)	220	220
Termelés (tonna/óra)	70	71
Adagolás (%)	0,20	0,20
Blaine (cm ² /g)	3090	3125
Szitammaradék (32µm %-ban)	31,5	24,9
Elhajlás 'n' RRSB-ben nettó	0,80	0,83
'x' RRSB-ben nettó	21,5	19,8
Nyomószilárdságok		
1 napos	7,2	9,1
2 napos	17,6	19,4
7 napos	32,9	36,2
28 napos	50,9	54,9

1. táblázat A finomság és a szilárdság optimalizált eredményei SikaGrind-800 sorozattal
Table 1. Optimised fineness and strength results with SikaGrind®-800 series

6. Cementpor folyékonysága

Azon kívül, hogy a szokásos őrlés és teljesítmény kiemeli a tulajdonságokat, a SikaGrind®-800-as sorozat azt is lehetővé teszi, hogy beállítsuk a cementpor elvárt folyékonysági tulajdonságait: a megfelelő folyékonyság biztosítja a silókba és a szállító tartályokba történő gyors be- és kitárolást, valamint a megfelelő állékonyságot a szállítószalagok kritikus lejtős szakaszain. Ez a jelenség megmérhető például az Imse-féle mérési módszerrel, vagy indirekt módon a cementpor térfogatsűrűségével.

7. Igény szerinti megoldások és alkalmazástechnika

Mivel minden cementtípusnak megvannak az egyéni jellemzői és a cementgyártás kihívásait a helyi körülmények teszik változatossá, minden egyes cementgyárnak szüksége van az egyéni bánásmódra. A Sika ajánlata ezért a különböző technológiákból indul ki és igény szerinti megoldásokat kínál, mindig azzal a céllal, hogy segítse a gyártókat új piacok megszerzésében és növelje jövedelmezőségüket.



6. ábra A golyós malom mellett a Sika központi cement laboratóriuma fel van szerelve minden szükséges eszközzel
Fig. 6. In addition to the ball mill, Sika's central cement laboratory is equipped with all the necessary tools to provide support

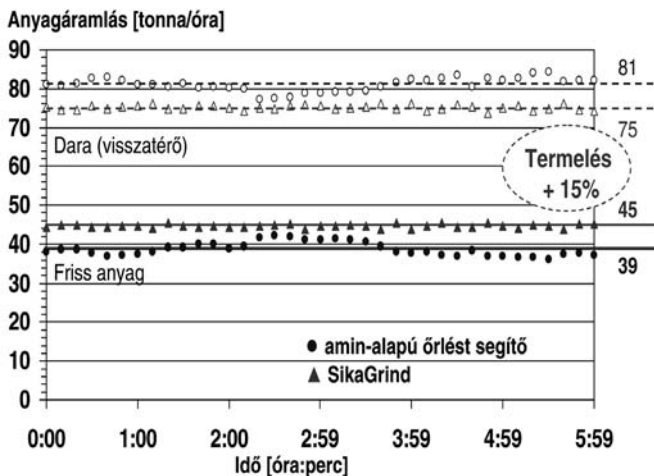
Az egyik ilyen alkalmazás volt egy cementgyártónak az a kitűzött célja, hogy egy különleges, amin-mentes őrlést segítő használjon, amely legalább azonos termelést és cement-teljesítményképeséget biztosítson, mint az eddig használt, amin-alapú őrlést segítő. Mind az őrlési kísérletek, mind a szokásos cementporoknak és habarcsoknak a Sika központi cement laboratóriumában történt elemzése bizonyították a SikaGrind képességeit, így a Sika-csoport üzemi kísérletek keretében igazolta a technológia megfelelőségét. Végül a gyártás mértéke ezekkel a testre szabott termékekkel járulékosan kb. 5%-al volt növelhető a hagyományos őrlést segítővel szemben.

Kiegészítésül ezekhez az új generációs őrleést segítő szerekhez és a cement adalékok meglévő technológiáihoz a Sika ajánlata tartalmazza az üzemi kísérletek előkészítéséhez, a megvalósításhoz és a vizsgálatokhoz szükséges támogatást (lásd a 7. ábrát). Általában a helyi gyártás első átvilágításakor különböző típusú és adagolású SikaGrind termékeket tesztelünk annak érdekében, hogy lássuk a malom reakcióját erre az új technológiára vonatkozóan.



7. ábra A Sika az üzemi kísérleteket tanácsadó szolgálattal és olyan aktív részvétellel segíti, mint például a cement mintavétel

Fig. 7. Sika supports plant trials with a consulting service and active participation, like the taking of samples



8. ábra. Állandó és növekvő cementgyártás SikaGrind® technológiával

Fig. 8. Constant and increased cement production with SikaGrind technology

A golyós malom pozitív teljesítménye a Sika termékekkel kiegészítve a választott adagolás mellett hosszabb üzemi kísérlet és állandó gyártási körülmények között ellenőrizhető.

A 8. ábrán a friss anyag és a szelosztályozóból visszajövő dara (visszatérő) mennyisége látható CEM I 52,5 R gyártás (Blaine 5000 cm²/g) mellett, miután a rendszer kiegyenlítetté vált és még azelőtt, hogy a következő változatot vizsgálták volna. Ez azt mutatja, hogy a Sika termék igen egyenletes gyár-

tási jellemzőket eredményez amellett, hogy növeli a termelést a hagyományosan és általában használt (amin-alapú) őrleést segítővel szemben.

8. Összefoglalás

A hagyományos cement adalékok választékán túl a Sika kifejlesztette és bevezette az őrleést segítő új generációját, amely a polikarboxilát polimer alapú technológiára épül.

Ezek az új termékek mind előnyös hatásokat kínálnak, amiért az őrleést segítőket az utóbbi évtizedben főként a golyós malmok termelésének fokozására, a szelosztályozók hatékonyságának növelésére, a végeredményül kapott termék javítására használják.

A termelékenység növelése ezen új őrleési technológia által lehetővé teszi a gyártóknak, hogy rugalmasan kövessék a piacon a cement mennyiségi igényeket. Ezen kívül e termékek javítják mind a szemmegoszlást, mind a kész cementpor folyékonyságát.

Mindezek az előnyök költségmentesítést tesznek lehetővé az alacsonyabb egy tonna cementre jutó fajlagos energiafelhasználás vagy a minőség javítása következtében. Mint kapcsolódó hatás jelentkezik az összeadódó CO₂ kibocsátás csökkenése az energia megtakarításból és a klinker helyettesítéséből adódóan, a költségek megtakaríthatók és a környezet védelme jobban biztosítható.



CEMKUT

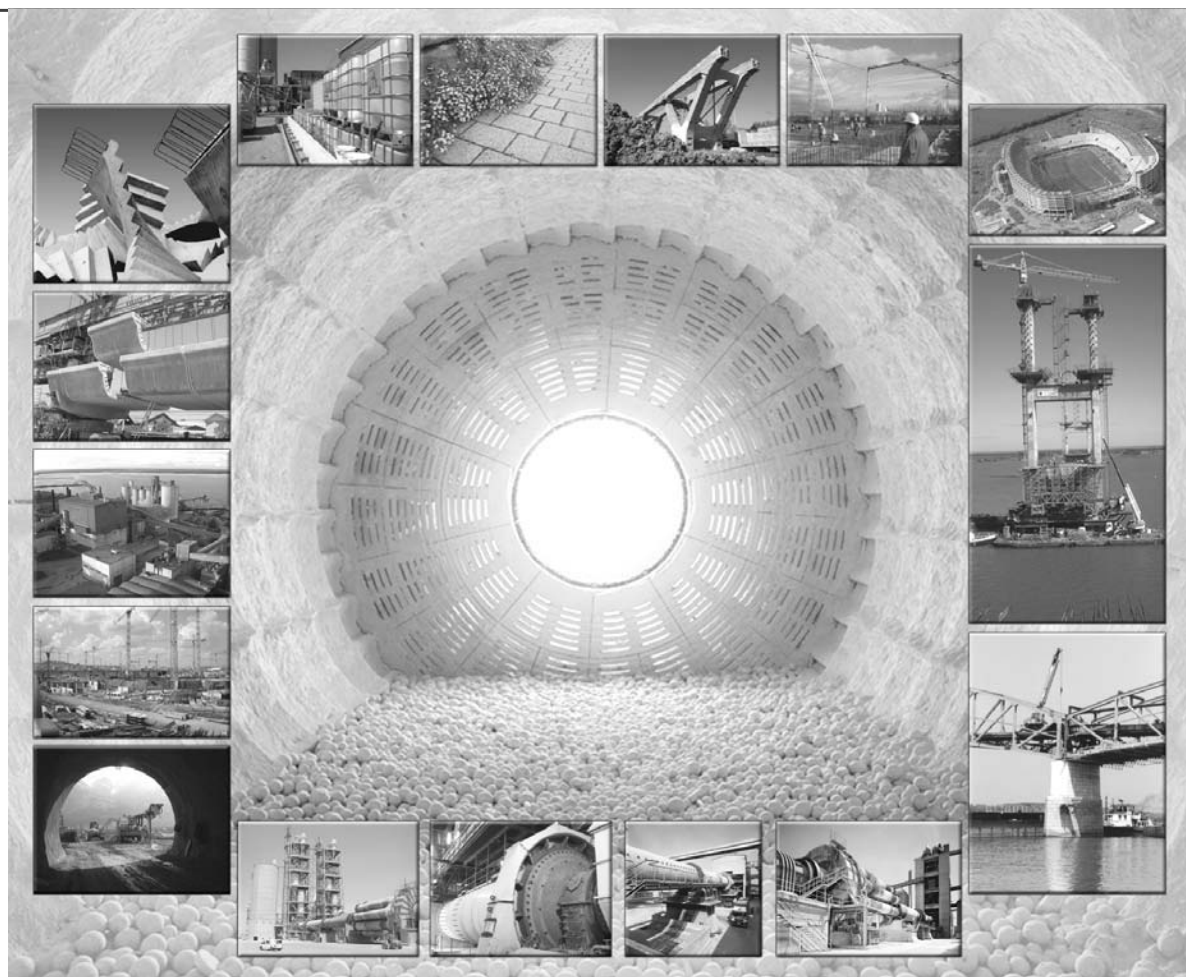
Szakértelem biztos alapokon

CÍM: 1034 BUDAPEST, BÉCSI ÚT 122-124. • **LEVÉLCÍM:** 1300 BUDAPEST, PF.:230
TEL.: +36 1 388 3793, +36 1 388 4199, +36 1 368 8433 • **FAX:** +36 1 368 2005
E-MAIL: CEMKUT@MCSZ.HU • **INTERNET:** WWW.CEMKUT.HU

SZOLGÁLTATÁSAINK:

- Terméktanúsítás, üzem és üzemi gyártásellenőrzés alapvizsgálata, tanúsítása, folyamatos felügyelete
- Cement, nyersanyagok, cement-kiegészítő anyagok, mész és mésztermékek, gipsz és gipsz kötőanyagok fizikai és kémiai vizsgálata
- Habarcscok, betonok vizsgálata
- Cementek betontechnológiai vizsgálata európai szabványok szerint
- Beton-kiegészítő anyagok és adalékanyagok alkalmassági vizsgálata, betontermékek vizsgálata
- Szilikátipari nyers-és alapanyagok, gyártásközi anyagok, szilikátbázisú építőanyagok kémiai, termoanalitikai vizsgálata
- Helyhez kötött technológiai légszennyező források, munkahelyi, környezeti levegő és zaj vizsgálata, értékelése; egyéb légtechnikai mérések elvégzése
- Tanácsadás, Szakértés, Kutatás-fejlesztés

A NAT ÁLTAL NAT-6-0037/2007 SZÁMON AKKREDITÁLT TANÚSÍTÓ, ██████████
 NAT-3-0006/2007 SZÁMON AKKREDITÁLT ELLENŐRZŐ, ██████████
 NAT-1-1249/2007 SZÁMON AKKREDITÁLT VIZSGÁLÓ; ██████████
 A 4/1999. (II.24.) GM RENDELET ALAPJÁN 122/2007 SZÁMON KIJELÖLT, ██████████
 AZ EURÓPAI UNIÓBAN 1414 AZONOSÍTÓ SZÁMON BEJEGYZETT SZERVEZET



Sikával a cement kiváló üzleti lehetőséggé válik

A gyorsan változó világban kulcsfontosságú az a képesség, hogy az újdonságokat azonnal bevezessük a piacon. Mi azokra a megoldásokra koncentrálnunk, amelyek a legnagyobb értéket nyújtják vevőinknek. Különleges megoldásainkkal és termékeinkkel segítjük az építetőket az építési folyamat során a legkülönbözőbb időjárási- és környezeti viszonyok mellett, a cementiparban, a betoniparban és az építkezés helyszínén is.

Sika Hungária Kft. - Beton Üzletág

1117 Budapest, Prielle Kornélia u. 6.

Telefon: (+36 1) 371-2020 Fax: (+36 1) 371 2022

E-mail: info@hu.sika.com • Honlap: www.sika.hu

**MINŐSÉGÜGYI
RENDSZERÜNK**

önkéntesen tanúsítva
rendszeres felügyelettel
ISO 9002 szerint



**KÖRNYEZETIRÁNYÍTÁSI
RENDSZERÜNK**

önkéntesen tanúsítva
rendszeres felügyelettel
ISO 14001 szerint



Low-NO_x égők, új típusú lángok az üvegyiparban¹

NEIL SIMPSON • ECLIPSE Incorporated

Low NO_x burners for glass melting furnaces

For nearly a century, industry has looked to ECLIPSE for innovative thermal solutions to its process heating needs. ECLIPSE offers the very best in combustion products, systems, and technical service for customers around the globe. From engineered systems to custom configured products, the solutions-based approach of ECLIPSE produces highly safe, reliable, efficient, and clean burning equipment for a wide range of heating applications.

ECLIPSE is the global source for state-of-the-art, high performance, and low emission burners including air heating, furnace, immersion, infrared, and oxy-fuel burners used in all types of industrial heating processes. ECLIPSE technology is prominent in the Automotive, Commercial Heating, Finishing, Food, Glass, Industrial Drying, Metals, Petroleum and Petrochemical, Power Generation and alternative fuels industries. ECLIPSE investments in research, product development and service offerings are built on the premise of Clean Heat and Clean Air for Industry.

Through a global network of locations, ECLIPSE combustion sales engineers provide the right equipment and application knowledge to help their customers compete in every industrialized country in the world. After the sale, the ECLIPSE services team supports products with start-up, comprehensive training and maintenance that lead in the industry.

Tests have proved: the lower the NO_x level, the higher the heat transfer. The higher the heat transfer by definition requires a lower amount of energy. This article will focus on the methods of primary NO_x reduction in a glass melting furnace. By sealing burners and utilizing either dual impulse or multi-hole burners there can be significant reduction in NO_x and corresponding increase in heat transfer. Increase in heat transfer lowers energy, CO₂ and total emissions resulting in smaller abatement devices and lower operating costs. Oxy-fuel has the potential to provide the highest heat transfer and lowest NO_x on a mass basis. Fiberglass furnaces now have the opportunity to convert their forehearth to oxy-fuel for additional energy and NO_x reductions.

ECLIPSE

A világ ipara már 100 éve tekint úgy ECLIPSE-re, mint a technológiai folyamatokhoz szükséges hőtermelés innovatív megoldásainak szállítójára. ECLIPSE ajánlja a legjobb berendezéseket, rendszereket és műszaki szervizt a tüzeléstechnika területén az egész világon. ECLIPSE a megoldás-orientált megközelítésnek köszönhetően nagybiztonságú, megbízható, hatékony és tiszta tüzeléstechnikai berendezések széles skáláját gyártja a szabvány termékektől egészen a vevői igények szerinti egyedi konfigurációkig.

Az ipari tüzelési folyamatokhoz szükséges legmodernebb, kimagasló hatékonyságú és alacsony károsanyag kibocsátású égők teljes termékválasztéka elérhető ECLIPSE-nél, beleértve a léghevítést, a legkülönbözőbb típusú kemencéket, a merülő-, infravörös- és oxigén-gázégőket. Az ECLIPSE technológiai kiemelkedők az ipari fűtés, fémfinomító kemencék, ipari szárítás, erőművek, élelmiszer-, üveg-, fém-, olaj-, petrokémia-, autó-, valamint az alternatív tüzelőanyag-ipar területén. Az ECLIPSE kutatási befektetései, termékfejlesztése és szolgáltatásai a „Tiszta Hőt és Tiszta Levegőt az Iparnak” alapelve épülnek.

A világ valamennyi ipari országában a felhasználók rendelkezésére állnak ECLIPSE mérnökei annak érdekében, hogy a legjobb berendezések és a felhasználási tapasztalatok segítségével támogassák őket a versenyben. ECLIPSE szervizcsapata segít a berendezések üzembe helyezésében, a kezelők betanításában, valamint a karbantartásban is.

Neil Simpson

Jelenleg az Egyesült Királyságban tevékenykedő az ECLIPSE cég üvegyipari divíziójának menedzere. Az elmúlt két év során a globális cég helyi tevékenységét segítette elő a területi irodákon és a helyi képviselőkon keresztül. Ezt megelőzően először 8 évig a Laidlaw Drew cég termékfejlesztési felelőse volt Skóciában, majd 9 évig dolgozott az USA-ban a BOC üveg divíziójának szerves részét képező „globális üveg csoport” tagjaként.

2008 már a 100. üzleti év ECLIPSE történetében. A családi cégvezetés gondossága és a legjobb vállalatvezetési technikák alkalmazása biztosítja ECLIPSE töretlen fejlődését. Kétségtelen, hogy ECLIPSE változatlan lendülettel, folyamatosan fogja tovább fejleszteni a kiváló teljesítményt nyújtó tüzeléstechnikai berendezéseit annak érdekében, hogy még hatékonyabban lehessen energiát megtakarítani, csökkenjen a károsanyag kibocsátás és még jobb teljesítményekre legyen képes az ipar.

Bevezetés

Az 1980-as évek végén, 1990-es évek elején gázipari szakértők egy NGNOX névre elkeresztelt konzorciumot hoztak létre az üveglvasztó kádak földgázzal történő fűtésének vizsgálatára. A cél az volt, hogy a tüzeléstechnikákat fejlesztve csökkentsék az NO_x kibocsátást és javítsák a földgáztüzelés hatékonyságát. A teszteket a British Gas Coleshill-ben lévő telephelyén hajtották végre egy létező kereszttüzelésű regeneratív kemence égőszájának 40%-os kicsinyítésű modelljén. A konzorcium vizsgálati eredményeit L. J. Korstanje és P. Martin publikálta [1]. A legnagyobb jelentőségű megállapítás az NO_x és a hőátadás közötti összefüggés empirikus módszerekkel történő kimutatása volt. Minél alacsonyabb az NO_x, annál nagyobb a hőátadás. A definíció szerint minél magasabb a hőátadás, annál kevesebb energiára van szükség. Az alacsonyabb energiafelhasználás kevesebb CO₂ és egyéb károsanyag kibocsátást eredményez. A kisebb teljes károsanyag kibocsátás az utólagos tisztítóberendezések, mint például az elektrosztatikus leválasztók, zsákos szűrők, gázmosók és SCR DeNO_x (Selective Catalytic Reduction = szelektív katalitikus leválasztó) alacsonyabb beruházási

¹ Az SZTE 2008. április 22-i Üvegyipari Konferenciáján elhangzott előadás szerkesztett változata

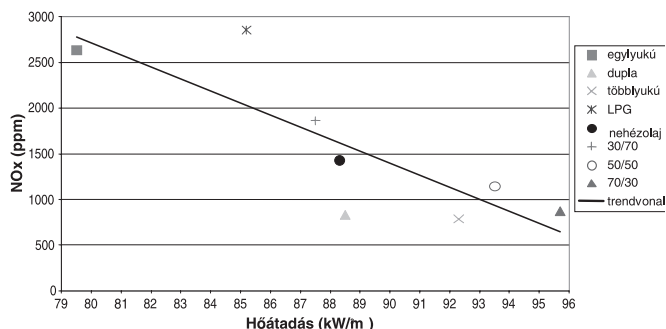
és üzemelési költségét eredményezi. Jelen összeállítás az üveglvasztó kemencékben alkalmazható elsődleges NO_x csökkentési eljárásokra koncentrálna. Mind az olvasztókemencében, mind a feeder rendszerben az oxigén-gázégők termelik a legkevesebb NO_x-ot, ugyanakkor a legnagyobb hőátadást biztosítják. Ezen kívül röviden érintjük az úsztatott üveget (float) olvasztó kemencék önfürdőjénél alkalmazható sugárzócsöves égőket is.

Üveglvasztó kemencék magas hőmérsékletű, alacsony NO_x kibocsátású égőinek vizsgálata

L. J. Korstanje és P. Martin. Konklúziók [1] és értelmezések

A kísérletek során reálisan összehasonlíthatók voltak a regeneratív üveglvasztó kemencékben alkalmazott új és hagyományos olaj, illetve gázégő konstrukciók. Az égőtípustól és a tüzelőanyagtól függően az NO_x kibocsátás 787 és 2854 ppm közötti tartományban volt. A hőáramlás tartománya a kemencébe 79–96 kW/m². Az égők tesztjeinek legfontosabb megállapításai:

- 1 Az egylyukú földgázégők viszonylag magas NO_x szintet (2360-2820 ppm) és alacsony hőáramlást (79,5–85,2 kW/m²) produkáltak.
- 2 A bonyolultabb földgázégők, mint például a dupla impulzusú és a többlyukú égők, jelentősen alacsonyabb NO_x szintet és jobb termikus teljesítményt nyújtottak, mint az egylyukú égők.
- 3 A földgáznál a legjobb eredményt a British Gas többlyukú égőjével érték el. Ez az égő egyesíti az alacsony NO_x emissziót (787ppm) a magas hőáramlással (92,3 kW/m²).
- 4 Az LPG (cseppfolyós propángáz) égők, hasonlóan az egylyukú égőkhöz, viszonylag magas NO_x kibocsátást és alacsony hőáramlást mutattak.
- 5 A HFO (nehéz fűtőolaj) égők teljesítménye az alacsony NO_x kibocsátású földgázégőkével azonos tartományba esett.
- 6 A vegyes, olaj- és gáztüzelésű égők teljesítménye nagyban függött az olaj/gáz arányától. Az olaj/gáz 70/30%-os arányánál érték el minden teszt közül a legjobb eredményt – a kemencébe történő hőáramlás 95,9 kW/m² volt.
- 7 A kísérleti eredmények azt mutatják, hogy lehetséges az NO_x kibocsátás csökkentése és ezzel egyidejűleg a hőátadás növelése az üveglvasztó kemencékben használt égők konstrukciójának és az üzemeltetési körülményeknek a megváltoztatásával.

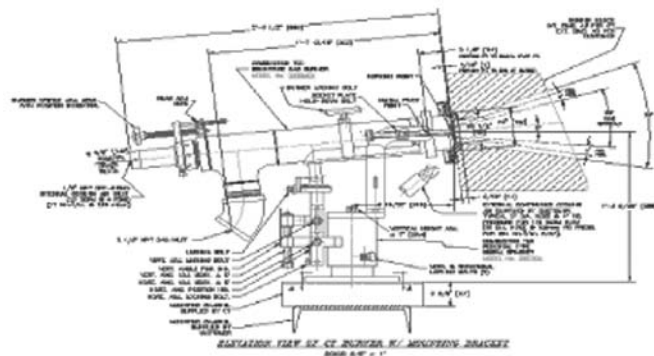


1. ábra BG méréseredmények: hőátadás és NO_x kibocsátás
Fig. 1. BG data on heat flux v NO_x 8° angle

Az 1. ábrán a 8 mérési eredmény látható. A trendvonal hozzáadása világosan mutatja, hogy a magas NO_x értékhez alacsony hőátadás társul. Megfordítva, ami az üveglvasztó számára sokkal lényegesebb, az alacsony NO_x égők hőátadása magas. A kemence, mint egész, tüzelésre vonatkozó igényeit figyelembe véve, lehetséges az NO_x jelentős csökkentése. Feltételezve, hogy nincsenek rövidre záró lángok, az alacsonyabb NO_x megnöveli a hőátadást és csökkenti az energiafelhasználást. Amennyiben csökken az energiafelhasználás, akkor ennek megfelelően csökken a CO₂ kibocsátás is. Ezen felül csökken az összes kibocsátás is. A másodlagos (kemencén kívüli) tisztító eljárások jellemzően volumetrikus alapon működnek. Minél kisebb a kezelendő térfogat, annál kisebb a berendezés, következésképp kisebb a beruházási igény. Továbbá a kisebb kezelendő térfogat kevesebb energiát igényel a füstgázelszívó rendszer berendezéséhez (pl. elszívó ventilátor). Egyes esetekben [2] a szelektív katalitikus leválasztó üzemekben (SCR DeNO_x) csökkent a karbamid felhasználás, amikor a kemencét alacsony NO_x égőkre állították át.

ECLIPSE égők üveglvasztó kemencékhez

Az ECLIPSE egy világméretű tüzeléstechnikai cég, melynek 3 kontinensen vannak égőgyártó üzei. A Rockford Illinois központú társaság 2008-ban ünnepli a 100. születésnapját. 1997-ben ECLIPSE felvásárolta az Orlando bázisú Combustion Tec céget, mely akkor az üveglvasztó legnagyobb tüzelőberendezés-szállítója volt. 2006-ban ECLIPSE megvásárolta az akkori második legnagyobb szállító, a Laidlaw Drew szellemi tulajdonát. A Combustion Tec és a Laidlaw Drew üveglvasztó égő portfóliójának integrálásával lehetővé vált az ECLIPSE számára, hogy az NO_x csökkentést demonstrálja minden regeneratív üveglvasztó kemence égőszáj konstrukción: az égőszáj alá, az égőszáj oldalába és az égőszájba épített égőknel.



2. ábra Égőszáj alatti Brightfire típusú égő, égőtartó és külső levegőhűtésű tömítés vázlat

Fig. 2. Brightfire Underport Burner and Bracket Layout with Block Sealing Arrangement

1. lépés – égőtömítés

A konzorcium a vizsgálatot egy, az égőszáj alá épített tradicionális égővel végezte, az égő (tüzelőanyag injektor) egy égőkő nyílásába volt helyezve, körülötte légréssel. Az égő tüzelése közben a légrés venturi-csőként működött, a szó szoros értelmében „beszívta” a hideg levegőt a kemencébe és a tüzelőanyag idő előtti gyulladását okozta. Néhány esetben ez a fals levegő men-

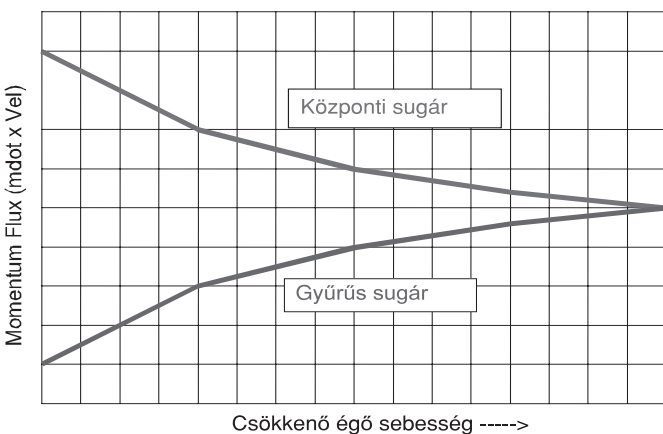
nyiség elérte a teljes égési levegőigény 5%-át. Következésképpen az égő tömítése az első lépés az NO_x csökkentése érdekében. Akár az égőszáj oldalába, akár az égőszáj alá épített égő esetén ez három módon érhető el: vízhűtéses gyűrűvel, külső léghűtéses csatlakozólappal, vagy sűrített levegőhűtéses gyűrűvel. Minden esetben a működési elv azonos: levegővel, vagy vízzel hűtenek egy fémtömítést, vagy egy huzatelzárót, ami hőt von el az égőtől és megnöveli a dűzni élettartamát. Az alkalmazott tömítési módot az égőtípus, illetve a felhasználói igények határozzák meg. Amennyiben egylyukú gázégőnél alkalmazunk tömítő eszközt, akár 48% is lehet az NO_x csökkenés [2]. Általában az energiafelhasználás 1–3%-kal csökken. A 2. ábra egy Brightfire típusú égőt, égőtartót és külső levegőhűtésű tömítést ábrázol.

2. és 3. lépés – az égő kiválasztása és ennek következtében a láng formája

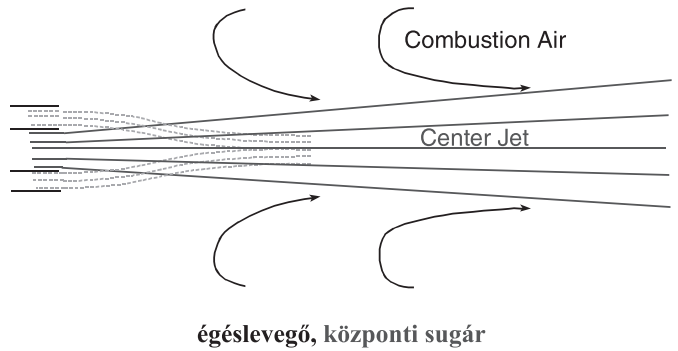
Ez egy lényegében összetett lépés, mert a két tényező kibogozhatatlanul egymásba fonódva biztosítja a legnagyobb lángfedettséget és a maximális hőátadást. Az égőszáj alatti és az égőszáj oldalba épített égők esetében jellemző, hogy a kerek égőközhez megfelelő, kétimpulzusú égőtípust alkalmaznak. Az égőszájba építendő vízhűtéses égők lehetővé teszik a többlyukú technológiát.

Kétimpulzusú égőfajták – Brightfire, WRASP-DI és GT-DI

A kétimpulzusú égők koncepciójának lényege a 2 koncentrikus gázszugár alkalmazása. A nagysebességű belső dűznyt egy alacsonyabb sebességű gyűrűsdűznyi veszi körül. A nagysebességű és az alacsony sebességű gáz arányának változtatása mindhárom esetben lehetséges. A Brightfire égő ténylegesen változó felületű eszköz. A belső és a külső dűznyi egymáshoz viszonyított helyzetének módosításával változik a körgyűrű felülete, ezáltal megváltoznak az áramlások, beállítható a keverés aránya, és csökken az NO_x keletkezés [3]. A WRASP-DI és a GT-DI esetében a dűznyi felülete állandó; a belső dűznyi, illetve a külső gyűrűn átáramló gáz mennyiségét egy szelep segítségével lehet változtatni. A 3. ábra ennek az impulzusmomentumra gyakorolt hatását mutatja. A 4–6. ábra a nagy, a közepes illetve az alacsony sebesség hatását mutatja.

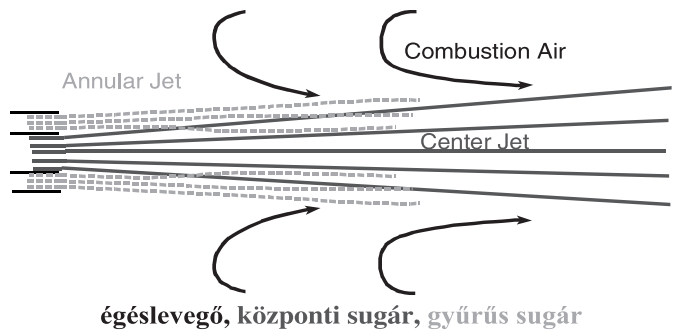


3. ábra Brightfire égő egyes sugarainak fluxus momentuma
Fig. 3. Brightfire Burner Individual Jet Momentum Flux



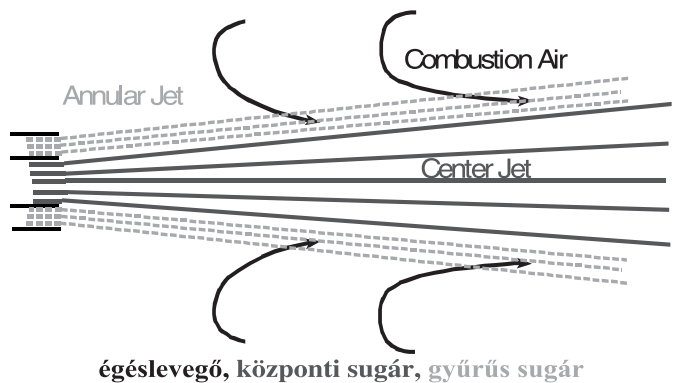
4. ábra Brightfire™ égő akadálytalan áramlási viselkedése nagy sebességnél
Fig. 4. Brightfire™ Burner Streamline Behavior at High Velocities

- Egyetlen kohéziós gázszugár
 - az égéslevegő gázszugár által történő gyors beszívása az olvasztótéren belül
 - rövid láng
 - 10-15%-kal alacsonyabb NO_x , mint a csak gyűrűségőnél



5. ábra Brightfire™ égő akadálytalan áramlási viselkedése közepes sebességnél
Fig. 5. Brightfire™ Burner Streamline Behavior at Intermediate Velocities

- Eredmények:
 - a gáz és az égéslevegő késleltetett keveredése
 - hosszabb láng
 - 25-35%-kal alacsonyabb NO_x , mint a csak gyűrűségőnél



6. ábra Brightfire™ égő akadálytalan áramlási viselkedése alacsony sebességnél
Fig. 6. Brightfire™ Burner Streamline Behavior at Low Velocities

- Eredmények:
 - külső égési zóna keletkezik középső tüzelőanyagmaggal
 - fokozott tüzelőanyag-krakkolás
 - magasabb lángfényesség
 - hosszú, gomolygó láng
 - 35-40%-kal alacsonyabb NO_x , mint a csak gyűrűségőnél



7. ábra WRASP-DI égőszáj oldalba építendő gázégő
Fig. 7. WRASP-DI Side of Port Gas Burner

A 7. ábra egy WRASP-DI égőt mutat be szabályozószelleppel, mely a belső nagysebességű és az alacsony sebességű, gyűrűs impulzushoz szükséges gáz arányát állítja be.

Az égő fajtájától (égőszáj alatti, vagy égőszáj oldalba építendő) függetlenül a láng formája változtatható. Minden esetben az alacsonyabb momentumú, hosszú, gomolygó láng produkálja a legalacsonyabb NO_x értéket. Kereszttüzelésű kemencéknél az ideális látható láng hossza a kemence szélességének 60–80%-a. Korábban, a közhiedelem szerint, a rövid, fényes láng volt a „jó láng”, de az üzemi tapasztalatok ennek az ellenkezőjét mutatják. A nagy sebesség jobban károsítja a tűzálló anyagokat, mint az alacsony sebesség.

Többllyukú égők

A rendelkezésre álló tér korlátozottsága miatt nem alkalmasak a nagy kapacitású többllyukú égők az égőszáj alatti és égőszáj oldalba történő beépítésre. Az égőszájba épített vízhűtéses égőkhöz nagyobb hely áll rendelkezésre és lehetséges a többllyukú dűznik alkalmazása. A 8. ábra egy WGD típusú égőt mutat be.



8. ábra WGD égőszájba építendő gázégő
Fig. 8. WGD Throughport Gas Burner

A mozgó mechanikára szerelt vízhűtéses égő a füstelvezető oldalon kihúzható. Az égő lapos lángját a két sorozat sugár ütköztetésével hozza létre. A felső és az alsó dűznikbe jutó gáz arányának változtatásával a lánghossz állítható, az így keletkezett lapos láng emelhető, vagy süllyeszthető. A BG adatai (1. ábra) azt jelzik, hogy ennek az égőnek kellene a legnagyobb hőátadást biztosítani egy kétimpulzusú égő azonos NO_x szintjén. Sajnos a felhasználók titkos adatkezelése miatt az égők NO_x eredményei

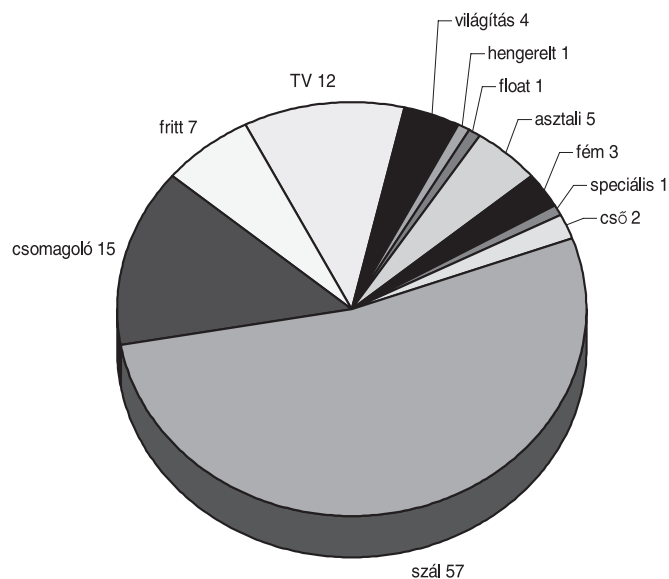
jelenleg nem állnak rendelkezésre. Ez az égőfajta választási alternatívává lépett elő azon float gyárak részére, melyek égőszájba épített olajégőkről térnek át földgáztüzelésre.

Olaj és gáztüzelésű égők

Bemutatásra került, hogy a kombinált olaj- és gáztüzelés képes elérni a legalacsonyabb NO_x és legmagasabb hőátadási értékeket. A Brightfire és GTOG ilyen verziójú égői számos helyen megtalálhatók. Manapság az olajtüzelés magas költségének következtében azonban ezeket csak tartalékként alkalmazzák.

Oxigén-gáz tüzelés

ECLIPSE a világ vezető égő szállítójaként biztosít oxigén-gázégőket az üvegyar számára. Az alternatív szállítók jellemzően az ipari gázok gyártói. Tömeg alapon az oxigén-gáz tüzelés biztosítja a legkisebb potenciális NO_x kibocsátást. A nitrogén forrását megszüntetve megakadályozzuk az NO_x keletkezését. Ez egy leegyszerűsített nézet, hiszen nitrogén gyakran lehet a fűtőgázban, valamint az oxigén előállítás módjától is függ. Mindig fennáll annak a kockázata, hogy a fals levegővel együtt nitrogén is bejut, ezért a kemence nyomásának kéz-bentartása fontosabb az oxigén-gáz tüzelésű kemencékben, mint levegő-gáz tüzelés esetén. Az oxigén-gáz tüzelés előnye továbbá, hogy a lángváltás kiküszöbölésével nő a kemence stabilitása is. Az első oxigén-gáz tüzelésre átalított kemencék magas minőségi követelményeket támasztó TV és speciális üvegyarok voltak. Az üvegyar-gyártásnál az oxigén-gázra való átalakítás oka a rekuperátorok elkerülése, valamint a helyi környezetvédelmi határértékek elérése volt. A kemence konstrukciójának és típusának függvényében az oxigén-gáz tüzelés segíthet a kapacitás növelésében, illetve az energiateljesítmény csökkentésében, hisz itt nincs felmelegítendő nitrogén. A 9. ábra az ECLIPSE által elvégzett átalakításokat mutat be.



9. ábra Oxigén-gáz tüzelésre átalított kemencék
Fig. 9. Oxygen-Fuel Conversions

Oxigén-gáz égők

ECLIPSE jelenleg 3 fajta égőt ajánl az üveglvasztáshoz, valamint egy további típust a feederrendszerekhez.

Az eredeti kónikus PF100 típusú égő 4 kapacitástartományban áll rendelkezésre:

- 0,25-1,0 MBTU/h
- 0,75-3,0 MBTU/h
- 2,0-8,0 MBTU/h
- 5,0-20,0 MBTU/h

A PF300 típusú lapos lángú égő állítható lánghosszúságot és szélességet biztosít.

3 kapacitástartománya:

- 0,5-2,0 MBTU/h
- 1,0-4,0 MBTU/h
- 2,0-8,0 MBTU/h

A PF400 típus lapos lángú többlépcsős égő. 4 kapacitástartománya:

- 0,5-2,0 MBTU/h
- 1,0-4,0 MBTU/h
- 2,0-8,0 MBTU/h
- 5,0-20,0 MBTU/h

(MBTU = 1,054615 GJ)

A szálásüveg kemencék rekuperátorról oxigén-gáz tüzelési módszerre történő átállítása következtében jelentősen javult az energiafelhasználás, így több esetben előfordult, hogy a feederrendszerhez a kemencébe bevitt energia 50%-át használták fel. A hagyományos fosszilis tüzelésű feedereknél nincs hővisszanyerés, és a tüzelőanyag előkeverése hideg levegővel történik. Az oxigén-gáz tüzelésre történő átállással elméletileg 72%-kal csökkenhet az energiafelhasználás. Az oxigén-gáz vezérlési rendszer ezen kívül lehetőséget nyújt a jobb hőmérséklet eloszlásra és az atmoszféra magasabb szintű ellenőrzésére is.

Égők az ónfürdőnél

ECLIPSE az üvegyipar mellett a fémiparra is koncentrálna, és termékeinek egy csoportja ennek az eltérő jellegű iparágak az igényeit elégíti ki. Az egyik típus, a SER (Single-Ended Radiant Tube Burner = egyvégű sugárzó csőégő), szabályozott atmosz-

férában használható. A hőcsere a sugárzó csőben történik, és égéstermék nem jut be a technológiai térbe. Az úsztatott üveggyártói kérték ECLIPSE segítségét abban, hogy az ónfürdőnél hőt tudjanak közölni, ahol aztán sikeresen alkalmazták ezeket az égőket. A műszaki megoldás függ a problémától, de a sugárzó csőégők használhatóak a vékony üvegek széleinek melegítésére, vagy a hibás elektródák, illetve hőkezelés helyett, valamint plusz energia bevitelére is.

Összefoglalás

A British Gas által elvégzett kutatás kimutatta az NO_x és a hőátadás közötti összefüggést. Minél alacsonyabb az NO_x, annál jobb a hőátadás. Az égők tömítésével és a kétimpulzusú, illetve a többlyukú égők alkalmazásával jelentősen csökkenthető az NO_x és ennek megfelelően növekszik a hőátadás. A növekvő hőátadás csökkenti az energiafelhasználást, a CO₂ és a teljes kibocsátást, melynek következtében kisebb leválasztó berendezések szükségesek, és az üzemeltetés költsége is alacsonyabbá válik. Az oxigén-gáztüzelés potenciálisan a legjobb hőátadás és a legkisebb NO_x értéket biztosítja mennyiségi alapon. Mára már lehetséges az üvegszál kemencék feedereinek átállítása oxigén-gáz tüzelésre, így az energiafelhasználás és az NO_x kibocsátás még tovább csökkenthető.

További információ:

AQUARIUS & LION Kft.

Fehérvári Lászlóné

H-1141 Budapest, Szilágysomlyó 44/a

Tel./fax: 36-1-221 7659

E-mail: aandl@netquick.hu

Hivatkozások

- [1] L. J. Korstanje and P. Martin: *Studies on High Temperature Low NO_x Combustion for Glass Furnaces*, Combustion and Emission Control II
- [2] N.G.Simpson: *Field Trials on High Temperature Low NO_x Combustion for Glass Furnaces*, Combustion and Emission Control III
- [3] A. McIver, Ernie Curley, Richard Valtierra and Pat Wilson: *Installation of a New Burner in a Float Furnace*, Glass Problems Conference 2001

T Á J É K O Z T A T Ó K Ö Z L E M É N Y

A magánszemélyek 2006. évi személyi jövedelemadójának 1%-ából Egyesületünk **337 372 Ft összegben részesült**, melyet teljes egészében működési költségeink fedezésére használtunk fel. Minden rendelkezőnek köszönjük a támogatást!

az SZTE vezetősége

Hőszigetelés és a hőszivattyús technika¹

KOMLÓS FERENC • komlosf@pr.hu

Heat insulation and heat pump systems

With the continuous increasing of energy prices in Hungary, energy saving gains more and more importance. There are many technical solutions to decrease energy consumption and emission reduction. As a matter of course reducing the energy consumption of buildings is necessary also because of the need for improving the energy balance of Hungary and for reducing urban (community) air pollution. The passive house standard embodies the ultra-efficient use of heat either in new or in refurbished residential buildings. The heat pump is the most energyefficient heating and cooling technology, the key tool in energy saving and in reducing carbon dioxide emission as known significant worldwide. Related to the technology of today - and of tomorrow - it is important to mention as well, that not only the heat source but also running of the heat pump and the input energy can originate from non-fossil sources.

Mottó

„Ha azt kérdezik, hogy nem késtünk-e el, hogy visszafordítható-e még az a rombolás, amit az emberiség ejtett a természetén, a válaszom az, hogy nem késtünk el. Amíg él az akarat, addig sosincs késő. Ha pedig az emberek közösen akarnak valamit, akkor azt meg is teszik, ezáltal érven el céljukat, bármi is legyen az.”

Teller Ede

Bevezetés

Világosan kell látnunk, hogy jövőnkét hosszútávon csak a fosszilis energiák teljes körű kiváltásával leszünk képesek megőrizni, és rövidtávon is szükséges növelni az energiahatékonyságot a fosszilis energia ésszerűbb hasznosításával. Hazánk energetikai és építőipari fejlődését a hagyományos technikákhoz ragaszkodó gazdasági érdekcsoportok meghatározó ereje gátolja. Az energiahatékonyság és az externáliák befolyásolására az államnak jelentős jogi, piacsabályozási eszközei vannak. A hatékonyság javításának ösztönzése tisztán piacpolitikai eszköz, a rászorulókat támogatása pedig szociálpolitika. A kettő aránya országonként és időszakonként eltérő. Magyarországon ez az arány még nem jelzi azt, hogy itt az energiahatékonyság ügye a politika és a közgondolkodás homlokterében lenne. Jelenleg nagyobb a fogyasztás támogatása, mint az energiamegtakarításé. Piacgazdasági keretek között a váltást a piaci feltételek kényszerítik ki. A feltételek részbeni meghatározásával az állam befolyásolhatja a piaci szereplők döntéseit. Napjainkban minőségi fordulat érlelődik a világban az energia forrásainak és hordozóinak hatékonyabb hasznosítása érdekében.

Jogszabályi állapot

Az épületek jelentős befolyást gyakorolnak a hosszútávú energiafogyasztásra. Jelenleg a lakások és az ún. terciér ágazat fogyasztása, amelynek meghatározó részét az épületek jelentik, a végső energiafelhasználás 40%-át képezik az EU-ban, és hazánkban is hasonló ez az arány [1]. Az EU az épületek szén-dioxid-kibocsátás csökkentése érdekében irányelvet (direktívát)

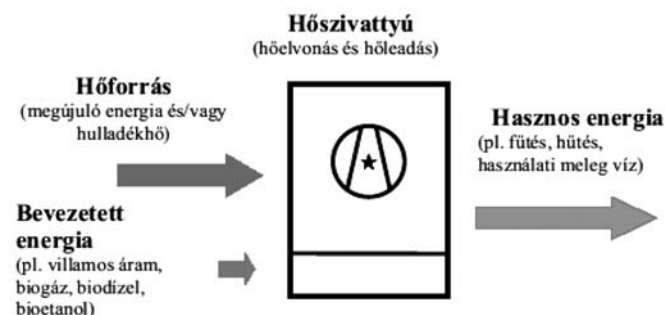
Komlós Ferenc

(1943) okl. gépészmérnök, épületgépész (BME) ny. minisztériumi vezető-főtanácsos
2005-ben kidolgozza, és szakmai körökben ismerteti a "Heller László terv, egy munkahelyteremtő kezdeményezés" című országos viszonylatú programjavaslatát. Jelenleg a Hőszivattyúzás c. kiadványnak a jelentős bővítésén és megjelenésének feltételein dolgozik.
Terve, hogy magyar-angol kétnyelvű könyv legyen az oktatási segédanyagként használható, időszerűsége és célközönsége miatt nemzetközi érdeklődésre is számító könyv.

készített. Országos energiámérlegünk javítása és környezetünk kímélése egyaránt szükségessé teszi épületeink energiafogyasztásának mérsékelését.

A vonatkozó 2002/91/EK EU-irányelv honosításához, bevezetéséhez több jogszabály tartozik. Eddig két jogszabály jelent meg: az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet, valamint az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról szóló 176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet. A szén-dioxid-kibocsátás csökkentése érdekében az új épületek néhány kivételtől eltekintve 2008-tól csak energiatanúsítvánnyal kaphatnak használatbavételi engedélyt. A meglévő épületek, lakások pedig 2009-től ill. 2012-től – szintén néhány kivételtől eltekintve – csak energiatanúsítvánnyal adhatók el vagy adhatók bérbe.

Ezek a magyar jogszabályok az épületek energiatanúsításához szükséges számításokat és határértékeket tartalmazzák, továbbá az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról megadják a tanúsítvány formai és tartalmi követelményeit, valamint azt is, kik és mennyiért lesznek jogosultak azt elkészíteni. A TNM rendelet szerint az épület által termelt energia is beszámít, így a hőszivattyús rendszer által bevitt energia is, amely elősegíti a jobb minőség elérését (1. ábra). Ma még kérdés, hogy a jobb minőségnek mi lesz a későbbiekben a piaci értéke.



1. ábra Hőszivattyús rendszer elvi vázlatja (ún. zöldhő a hőforrás)

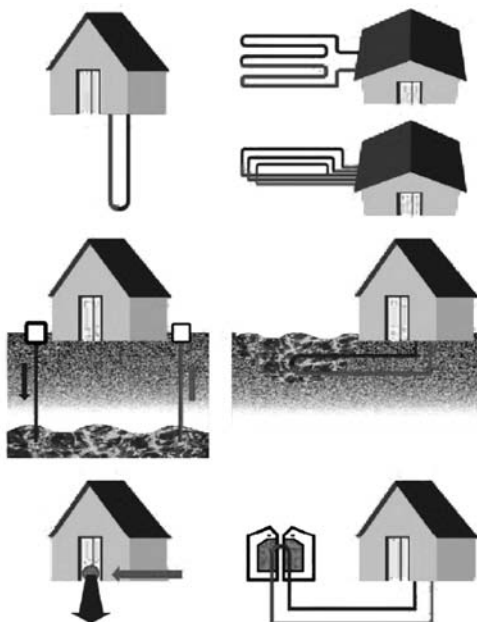
Fig. 1. Schematic diagram of the heat pump system (the heat source being the so called 'green heat')

A rendelet szerint vizsgálni szükséges annak lehetőségét, hogy műszaki és gazdasági szempontból alkalmazható-e megújuló energiaforrás és hőszivattyú stb. Mivel feltűnő, hogy

¹ A VI. Nemzetközi Perlit Konferencia és Kiállítás (Budapest, 2008) kiadványában megjelent cikk közlése.

az energiatakarékosság mennyire lényeges szempont lett a magyarországi gázemelkedések miatt a mindennapi ember számára, meglátásom szerint egy ilyen jellegű igazolás tovább javítja a hőszigetelések és a hőszivattyúk versenyképességét. Fontos, hogy megértsük a tanúsítás környezeti és költségmegtérülési hatását, mert ez az irányelv komplex épületenergetikai szemléletet tükröz. Sajnálatos, hogy az irányelv teljes hazai bevezetése várhatóan hat évet csúsztik az eredeti határidőhöz (2006. január) viszonyítva. Ezáltal a meglévő épületeink energiafogyasztásának a csökkentését is későbbre tolja.

Jelentős pénzügyi akadályát jelenti a passzív épületek és a hőszivattyús rendszerek hazai elterjedésének a kémény és a tartalékkémény problémája. Ezek megépítéséhez az anyag- és építési költség is jelentős. Így a kötelező kémény nagymértékben fékezi a korszerű épületek és a korszerű hőtermelő berendezések elterjedését. Magyarországon a hőtermelő eszközök piacán is mielőbb azonos feltételeket kell biztosítani technikai felzárkózásunk érdekében. A versenyhelyzet megteremtéséhez a földgázár támogatását meg kell szüntetni, ugyanakkor hőszivattyús ártarifával (villanyárral és földgázzal) is ösztönözni szükséges az új technológia elterjesztését. Az ilyen árpolitika a földgázimportot és az energiapazarlást csökkentené. Ne feledjük, hogy egy napjainkban kivitelezett épület 100 évig hatással van Magyarország energetikai és ökológiai állapotára! A hosszú élettartam is indokolja a hőszigetelési követelmények szigorítását, és hogy a fűtési rendszert kishőmérsékletű fűtőberendezéssel meg lehessen valósítani. A hőszigetelés javítása a fűtés, a hűtés és a légszennyezés-csökkentés szempontjából is előnyös. A hőszivattyús rendszerek elterjedését is elősegítené a kisebb hőmérsékletből adódó, hamarabb megtérülőbb alkalmazás.



2. ábra Jellemző típusú hőszivattyúk elvi vázlatai (az ún. zöldhő a hőforrás)
Forrás: a rajz Handbauer Magdolna grafikus munkája

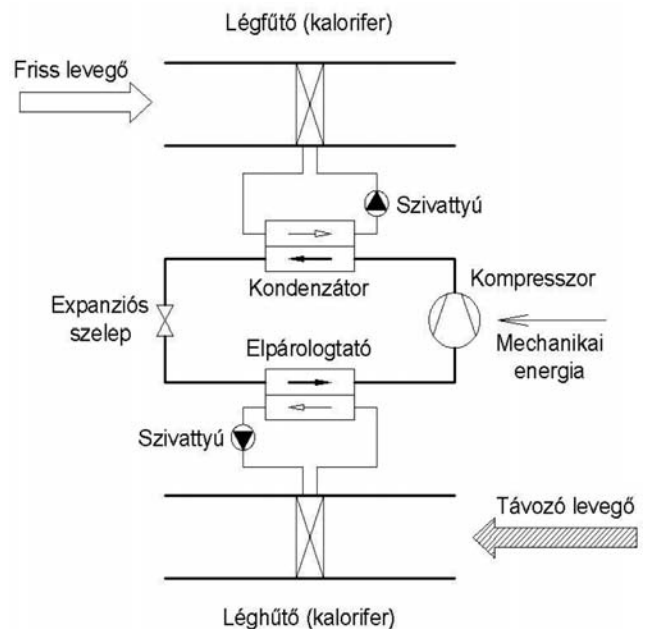
Fig. 2. Schematic diagrams of characteristic heat pump types (the heat source being the so called 'green heat').



3. ábra Levegő-levegő hőszivattyú elvi vázlata (környezeti levegő, az ún. zöldhő a hőforrás)

Forrás: Villavärmepumpar, Energimyndighetens sammanställning av värmepumpar för småhus

Fig. 3. Schematic diagram of an air/air heat pump (the heat source being the so called 'green heat' i.e. the ambient air).



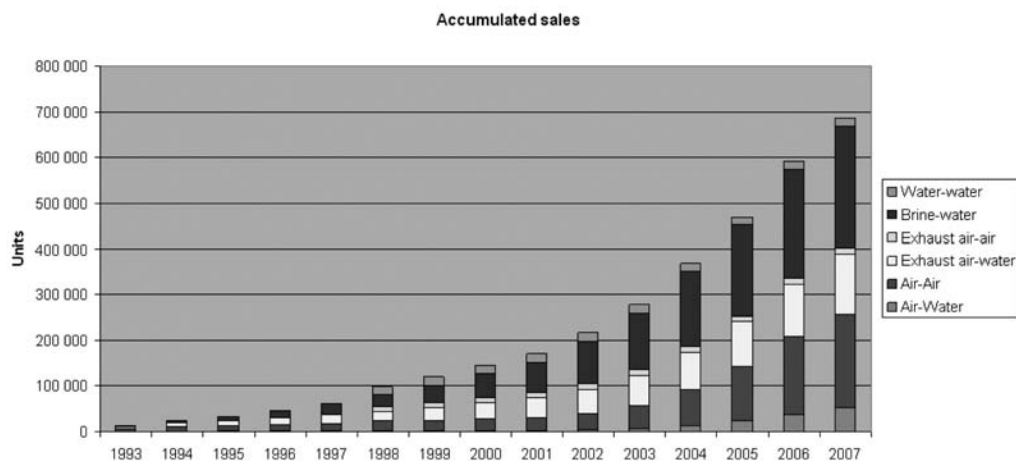
4. ábra Passzívház szellőztetése ill. távozólevegő-levegő hőszivattyú elvi vázlata [hulladékhő (távozó levegő), az ún. zöldhő a hőforrás]

Forrás: ÉTK TS

Fig. 4. Ventilation of a passive house and schematic diagram of an exhaust air/air heat pump [The heat source is the waste air (exhaust air) the so called 'green heat'].

Miután a hőszivattyú megújuló energiahordozó (vagy hulladékhő) felhasználását teszi lehetővé, környezetvédelmi és energiagazdálkodási szempontból kedvező a hatása (2., 3. és 4. ábra). Ugyanakkor fontos kiemelten hangsúlyozni a gazdaságilag is indokolt alkalmazást. A konkrét megtérülési mutató (évek száma) a beruházás megtérülési idejének szokásos számításával megkapható, és ma már célszerű EU átlagárakkal (€) is kiszámolni. Itt jelezem, hogy a környezeti levegőből (a légkör troposzféra rétegéből), a felszíni vizekből (állóvizek, vízfolyások) vett hőenergia a vonatkozó jogszabályok alapján hőmérsékletkorlát nélkül, és a földhő- (geotermikusenergia-) hasznosítás költségmentes (ingyenes), ha a hőszivattyú hőforrásoldali csőcsomóján a hőhordozó közeg hőmérséklete a 30 °C-ot nem haladja meg.

A legutóbbi svédországi hőszivattyú statisztikát az alábbi oszlopdiagram mutatja be (5. ábra).



5. ábra Svédország hőszivattyú statisztikája
 Forrás: Svéd Hőszivattyú Társaság (SVEP)
 Fig. 5. Heat pump statistics of Sweden

A statisztikáról egy megjegyzés: a népességi adatok arányában összevetve ma Magyarországon 1 000 000 db hőszivattyúnak kellene lennie!

A passzívház és a hőszivattyús statisztikát is rendkívül fontosnak tartom, jogszabályban szükséges rögzíteni a hazai bevezetését, és javasolni kellene Kormányunknak EU-s irányelvben is rögzíteni a tagállamok részére mielőbbi bevezetését. Az EU által támogatva a CEPHEUS program keretében 2001-ben Európa több országában, és eltérő klimatikus viszonyok között sikerrel valósultak meg passzívházak [2].

Nemcsak Magyarországon, hanem az EU szintjén is szükség lenne hőszivattyús tarifa bevezetésére, külön mérőeszközzel erre a célra. Ha ez a hőszivattyús tarifa kedvezőbb lenne a jelenleginél, akkor a régi és az új fogyasztók is bejelentnék a hőszivattyújukat, mert ez anyagilag kedvező lenne számukra.

A vezéreltnél kedvezőbb tarifára gondolok. Célszerű lenne a gázfogyasztásra is kiterjeszteni, nemcsak az áramfogyasztásra. A villamos hőszivattyú mellett terjed a gázüzemű hőszivattyú is, de ennek nagyságrendje sokkal kisebb. Minél nagyobb a rendszer $COP_{ÉVES}$ értéke, annál kedvezőbb lenne a tarifa. Ezzel ösztönöznénk a megújulóenergia-felhasználás növelését mellett a korszerű hőszivattyús rendszerek létesítését is. Országunknak (energia)politikai szempontból előnyös lenne, ha az EU-ban ezt a szabályozást először mi vezetnénk be. Ezáltal statisztikailag követhető lenne a megújulóenergia-felhasználás, és -növekedés is az egyik évről a másikra. A Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia (NÉS) törvényünk példamutató lett, ez a szabályozás is lehetne hasonló, a szakemberek itt is rendelkezésre állnak. Jelenleg a 2008–2020 közötti időszakra vonatkozó, energiapolitikáról szóló 40/2008. (IV. 17.) OGY határozat sajnálatos módon nem tartalmazza a decentralizált energiatermelés és a hőszivattyús technológiák fontosságát, a *Heller-tervben* foglaltakat [3,4]. (Legközelebb két év múlva lesz lehetőség az OGY határozat felülvizsgálatára és e hiányosság pótlására a határozat 12. pontjának *t*) bekezdése értelmében.)

Az összehasonlításra igazi alapot a $COP_{ÉVES}$ [kWh/kWh] értékek adnak, hiszen pl. fűtés közben a pillanatnyi COP -értékek a puffertartály, a talaj és a fűtési előremenő víz hőmérsékletétől függően változhatnak. Ennek megállapítása az adott helyre érvényes paraméterekkel elvégzett számításokkal lehetséges.

A számítás figyelembe veszi a hőszivattyú és a hőnyereségi oldal paraméterein kívül az átlagos külső hőmérsékleti adatokat is. Ezzel a módszerrel – helyálló bevitt paraméterek esetén – igen jól megközelíthetők a később gyakorlatban megvalósuló értékek [5].

A megvalósult rendszerek $COP_{ÉVES}$ értékének meghatározása a rendszerbe épített hőmennyiségmérővel és a hőszivattyúhoz szerelt villa-

mos almérővel lehetséges a fűtési/hűtési időszak mérési átlagának értékelése alapján. Tehát a teljesítménytényező egy meghatározott időtartam alatti középértékének számításához a leadott hőmennyiséget egy hőmennyiségmérővel, az összes felvett villamos energiát pedig villamos almérővel mérjük. A kapott mennyiség elfogadott nemzetközi jele **SPF** (angol nyelven Seasonal Performance Factor), és egy bizonyos időszakhoz kötött teljesítménytényezőnek nevezzük.

A csúcsideszakban fogyasztott/vásárolt áram villamosenergia-termelésünk önköltségét növeli, mert az áramot a legdrágábban termelő erőművekben állítják elő. A völgyidőszakban fogyasztott/vásárolt áram viszont jelentősen olcsóbb, mert az áramot a legolcsóbban termelő erőművekben állítjuk elő. Ne felejtjük, a pénz a gazdaság legjobb szabályzó eszköze. A vezérelt hőszivattyús rendszerek, amelyek fűteni és hűteni is tudnak, alkalmasak az ún. „csúcsfaragásra”, az épületek hőkapacitásának segítségével, különösen melegvízüzemű berendezéseknél. A technológiaváltáshoz, amely nélkül nem lehet évtizedes lemaradásunk felszámolását megkezdeni, kezdetben valamennyi támogatás is szükséges.

Kis (alacsony) energiafelhasználású épületek

Az építész az épület tájolásával, tömegalakításával, hőszigetelésével, légtömörségével, hőtároló képességével, üvegezésével, árnyékolásával, a különféle rendeltetésű helyiségek épületen belüli elhelyezésével jelentősen befolyásolni tudja az épület energiaigényét. Minél tudatosabb és szakszerűbb a tervezés, annál kevésbé van szükség a nem megújuló energiaforrások felhasználására. Az építész, a statikus, az energetikus, a hidrológus, a geológus és az épületgépész alkotó együttműködésével olyan építmény hozható létre, amelynél a megújuló energia fűtésre és hűtésre (a felsoroltakon kívül többek között szellőztetésre, száritásra és nedvesítésre is) felhasználható.

Az emberiség nem mond le a technika áldásairól ill. a kényelemről (a komfortról), ugyanis a nagy részéről nem is mondhat le, de a káros mellékhatásokat fokozatosan csökkenteni szükséges, és amennyire lehet, kiváltással megszüntetni. A nyári hűtési igény hazánkban is egyre nő. Főleg irodaházaknál, szolgáltató épületeknél, könnyűszerkezetes épületeknél és tetőtér-beépítéseknél jelentkezik a nyári hűtési energiaigény. A 3. ábra levegő/levegő hőszivattyúja kiegészítő hőforrásként is alkalmazható pl. a meglévő radiátoros, padló-, fal- és

mennyezetfűtésekhez amellelt, hogy esetleg a nyári időszakban még hűteni is tud. Enyhe időben pedig önállóan is elláthatja feladatát, ekkor nem kell a melegvízüzemű központi fűtést bekapcsolni (pl. estéként a tv nézéséhez a nappali- vagy a nagy-szobában).

Az első energiaválságkor 1974-ben Németországban kísérleti célból felépített Philips-ház már a második generációs alacsony energiafelhasználású épületek csoportjába, az ún. ultraházak csoportjába tartozott. Az átlagos családra tervezett családi ház alapterülete 116 m², a fűtött légtérfogata 290 m³. Fűtésére hőszivattyú került beépítésre, amelynek éves villamosenergia-felhasználása 3200 kWh volt [6].

Energiatakarékos házaknak nevezzük az átlagostól jobb hőszigetelésű, kis energiafelhasználású, és az ún. passzívházakat [7]. Az energiatakarékos házakat energiafogyasztásuk 1,0 m² alapterületre vetített éves (jele: a) fűtési igényük alapján határozzák meg. Szokásos elnevezésük alapja történelmi okból a fajtájlos olajfogyasztás. Jó közelítéssel:

1 liter tüzelőolaj fűtőértéke ~ 1 m³ földgáz fűtőértéke
~ 10 kW h/(m² a)

- Kis energiafelhasználású ház, Svájcban Minergiehaus-nak nevezik: max. 60 kW h/(m² a)
- 3 literes ház, vagy Ultrahaus, vagy Minergie-Plus Haus (Svájcban): max. 30 kW h/(m² a)
- Passzívház: max. 15 kW h/(m² a)

A kis energiafelhasználású ház hőátbocsátási tényezőinek részletezése:

- külső fal: $U = 0,3-0,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
- földém: $U = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
- ablak: $U = 0,8-1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$

Ultraházak: legfeljebb 3 l/m²-es tüzelőolaj-felhasználású házak a kis energiafelhasználású házak után jöttek, majd megjelent a passzívház.

Passzívház: legfeljebb 15 kWh/m²a – ez más néven a „1,5 l-es ház”

Összehasonlításképpen:

- hagyományos téglaház: 250–300 kWh/(m² a)
- blokk téglaház: 160–180 kWh/(m² a)
- mai magyar előírás: 100–120 kWh/(m² a) (Energiatanúsítvány szerinti „C” fokozat)
- mai német előírás: 70–80 kWh/(m² a) (hamarosan további szigorítása következik)

Az épület fűtési hőszükséglete és a szellőztetés mértéke az ún. filtrációs hőszükséglet igen szoros kapcsolatban van egymással. Környezetvédelmi okokból a külső transzmissziós energiaáram aránya jelentősen csökkenő tendenciájú. A megnövekedett lég-csere következtében a távozó levegő hulladék hője már ma gazdaságosan hasznosítható hőszivattyús rendszerrel.

A passzívház

A passzívházak jellemzője a rendkívül csekély, 1,5 l/m² éves tüzelőolaj-felhasználás – ami legfeljebb 15 kWh/m² energiafelhasználás évente. A másik jellemző – ami az előzőekből következik –, a hővisszanyerővel kialakított szellőzőberendezés mellett a hagyományos fűtőberendezés hiánya. Így a passzívházban a kellemes hőérzet aktív fűtési és hűtési rendszer nélkül is biz-

tosítható. A passzívház nem egy márkanév, hanem egy építészeti koncepció, amely mindenki előtt nyitva áll. A német passzívház intézet végzi el a vizsgálatot, és erről tanúsítványt állít ki.

A passzívház-elméletet *Wolfgang Feist* német professzor dolgozta ki az 1980-as évek végén. Az 1991-ben a németországi Darmstadt-Kranichstein-ben épített első passzív házon elvégzett mérések azt igazolták, hogy a fűtési terhelés a leghidegebb napokban sem haladja meg a 6,0 W/m³-t, ami egy 15 m²-es hálószoba esetében 90 W csúcshőveszteséget jelent!

A passzívház tervezési alapelvei

A passzívház elv egyszerűnek tűnik, de gondos tervezést és a részletekre való odafigyelést igényel.

Az energiaveszteségek csökkentése:

- a környezeti adottságok figyelembevétele (terep, növényzet),
- megfelelő tájolás,
- alaprajzi kialakítás,
- kompakt tömegformálás (sokszor nehéz feladat),
- szinte hőhídmentes szerkezetek tervezése, kivitelezése (pl. erkélynél, nyílásoknál),
- légtömorség biztosítása (filtrációs hőveszteség csökkentése),
- extra hőszigetelésű határolószerkezetek (alap, padló, fal, tető, nyílászárók stb.),
- energetikailag szabályozott szellőztetés,
- nyári hővédelem biztosítása.

Hulladék hő és passzív energiaforrások:

- megfelelő tájolással a téli nap sugarzás hasznosítása,
- az épületben működő berendezések hulladék hőjének hasznosítása (tv, számítógép, hűtőgép, világítás stb.),
- a technológiából származó hulladék hő hasznosítása (mosogatás, vasalás, sütés-főzés stb.),
- emberi hőleadás,
- a szellőző levegő hőjének visszanyerése (hőcserélő, hőszivattyú),
- a földhő passzív hasznosítása szellőző levegő előmelegítésre, hűtésre.

A PHPP (Passivhaus Projektierungs Paket) számítás: részletes ellenőrző és igazoló számítás, hogy a tervezett épület megfelel a passzívház feltételeknek.

Külső határolószerkezetek. Itt a legnagyobb a hőveszteség, ezért vegyük körbe az épületet légzáró, hőszigetelő szerkezetekkel:

- hőszigetelés,
- hőhídmentesség,
- légtömorség.

Hőátbocsátási tényezők részletezése:

- padló szerkezet 0,15 W/(m² K) vagy ennél kisebb [~20 cm hőszigetelés];
- falszerkezet 0,12 W/(m² K) vagy ennél kisebb [~30 cm hőszigetelés];
- mennyezet, földém 0,10 W/(m² K) vagy ennél kisebb [~30 cm hőszigetelés];
- nyílászárók 0, W/(m² K) vagy ennél kisebb.

Három rétegű bevonatos hőszigetelt üveg gáztöltéssel és minél több nem nyitható ablak kialakítása.

Hőhidmentes szerkezet nem létezik, de a mértékét lehet csökkenteni. A csomópontot akkor nevezzük hőhidmentesnek, ha a hőhidvesztesség kisebb mint $0,01 \text{ W/(m K)}$.

A hőhidak káros következményei:

- energiavesztés,
- a lehűlt belső felület,
- „szellemvonalak”,
- párakicsapódás,
- a felület vizesedése,
- penészedés.

Légtömörség. Az épülethez megszakítás nélküli légtömör épületburkot kell készíteni. Vizsgálatát az ún. „Blower-Door” eljárással végzik. Az épületen belül 50 Pa túlnyomást hoznak létre, majd így vizsgálják a légcseré menységét.

A passzív ház követelmény: $n_{50} \leq 0,6 \text{ 1/h}$

Légtömörség szükséges:

- a szerkezeti keresztmetszeten (rétegrendi kialakítás),
- a csomópontoknál,
- a gépészeti és egyéb áttöréseknél.

A tömörtelenség káros következményei. A nem elég légtömör szerkezeti elemeken keresztül meleg, nedves levegő áramlik belülről kifelé. Ekkor a hideg szerkezeti elemeken jelentős párakicsapódás jön létre. Épületek jellemzője, hogy az épületkárok elkerülése szempontjából kellőképpen nem légtömör, a szükséges szellőzéshez viszont kevés a beáramló levegő.

Összehasonlításképpen:

- egyszintes épület légtömörősége
 - tömítetlen ablakok esetén: $1,2 \text{ 1/h}$
 - tömített ablakok esetén: $0,8 \text{ 1/h}$
- 20 szintes épület légtömörősége
 - tömítetlen ablakok esetén: $2,0 \text{ 1/h}$
 - tömített ablakok esetén: $1,3 \text{ 1/h}$

Passzív házak jellemző épületgépészeti megoldásainak felsorolása [8]:

- talajhőcserélő a szellőző levegő téli előfűtésére,
- egyedi lakásszellőző berendezések hővisszanyerővel és anélkül,
- központi lakásszellőző berendezések,
- napkollektoros berendezések hmv-termelésre és fűtőkiegészítésre,
- kompakt hőszivattyús berendezések a szellőző levegő felmelegítésre és hmv-termelésre,
- fa- vagy pellettüzelésű kandallók.

A 4. ábra a passzív ház gépi szellőztetésének hőszivattyús megoldású elvét mutatja be. Itt a távozó levegő hulladék hője hőszivattyús rendszerrel hasznosul, előmelegíti a friss levegőt.

Passzív házak használati meleg víz előállításának jellemző eszközei:

- napkollektor,
- ellenáramú hőcserélő,
- hőszivattyú.

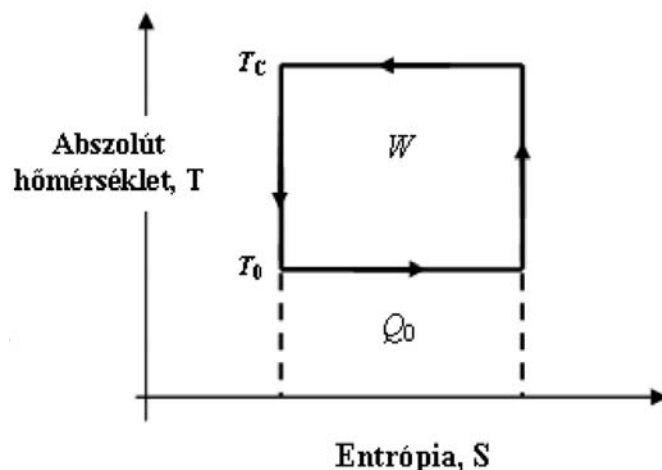
A Carnot-féle (idealizált) körfolyamat

A hőszivattyú elvi alapjai a termodinamika második főtételéhez kapcsolódnak. A második főtétel kimondja, hogy a hő és a mechanikai munka átalakításának a feltétele, hogy a hő két különböző hőmérsékleten álljon rendelkezésre, vagyis a hőnek mechanikai munkára való átalakításához hőmérsékletkülönbségre van szükség. A hőszivattyú az átalakítás fordítottját hajtja végre: mechanikai munka befektetésével hőt termel, a hőtermeléshez pedig olyan hőmérséklet-különbséget hoz létre, amelynél az alsó hőmérsékletet a környezet – a „hőforrás” – a nagyobb hőmérsékletet pedig a hőnyeléshez szükséges ún. hasznosítható hő határozza meg.

Hőszivattyú alkalmazásakor mindig több hőt (Q_C hőt) kapunk a felső hőfokszinten, mint amennyit mechanikai munka (W) formájában befektetünk:

$$Q_C = W + Q_0$$

Ez az egyenlet nem mond ellent az energiamegmaradás elvének, mert a Q_0 felvett hőt nem szükséges átalakítani, csupán nagyobb hőmérsékleti szintre kell emelni (6. ábra). A körfolyamatok egyes állapotváltozásait és a körfolyamatok egészét leginkább a T - S , azaz a hőmérséklet-entrópia ($[K] - [W/K]$) gőzdiagramokból ismerhető fel. A gyakorlatban elterjedt (egykomponensű munkaközeggel működő kompresszoros) hőszivattyú munkafolyamata az idealizált Carnot-féle körfolyamathoz hasonlít, ezért ezt ismertetjük. A hőszivattyú elméleti működését a Carnot-féle termodinamikai körfolyamat (a körfolyamat az óramutató járásával ellentétes irányú) ábrázolja, amely négy megfordítható (reverzibilis) állapotváltozásból áll.



6. ábra A Carnot-féle körfolyamat [Két izotermikus (elpárolgás, kondenzáció) és két izentropikus (expanszió, kompresszió) állapotváltozás]
Forrás: MSZ EN 14511

Fig. 6. The Carnot cycle [Two isotherm (evaporation, condensation) and two isentropic (expansion, compression) changes of state]

A hőszivattyú itt bemutatott Carnot-körfolyamata reverzibilis ideális körfolyamat azaz veszteségmentesen megfordítható elvi körfolyamat, azaz a munkafolyamatot határoló görbék egyenes vonalakból állnak. Ha a körfolyamat ideális, akkor adott hőmérséklet határok között (pl.: T_C és T_0) a Carnot-

féle körfolyamatnak van a legnagyobb hatásfoka (η), ill. teljesítménytényezője (ε , COP). Azonos hőteljesítmény eléréséhez ez a körfolyamat használja fel a legkevesebb energiát. Az ideális (*Carnot-féle*) körfolyamat hatásfoka, illetve teljesítménytényezője csupán az ún. két hőtartály (hőforrás és hőelnyelő, illetve a hőszolgáltatás) abszolút hőmérsékletétől (T_c és T_0) függ, ahol

$$T [K] = t [^\circ C] + 273$$

A hőszivattyúra jellemző elméleti ún. COP_{CARNOT} a kondenzátor és az elpárolgató hőmérsékletadataiból kiszámolható:

$$COP_{CARNOT} = T_{KONDENZATOR} / (T_{KONDENZATOR} - T_{ELPÁROLOGTATÓ})$$

Illetve a 6. ábra jelölésével:

$$COP_{CARNOT} = T_c / (T_c - T_0)$$

A COP_{CARNOT} azt jelenti, hogy egységnyi kompresszormunkával mekkora hőmennyiséget lehet az alsó hőmérsékletéről a felsőre szállítani („szivattyúzni”). A gyakorlati érték kb. az elméletinek (maximálisnak) a 45–65%-a, de ez elsősorban a kompresszorok rohamos fejlődése következtében állandóan javul. A kisebb értékek kisebb berendezésekre és nagyobb hőmérséklet-különbségekre, a nagyobb értékek pedig a nagyobb berendezésekre és kisebb hőmérséklet-különbségekre vonatkoznak.

A gyakorlatban elérhető teljesítménytényező értéke függ az elpárolgási hőmérséklettől, amelyet a hőforrás hőmérséklete határoz meg, a véges hőmérséklet-különbségek nagyságától az elpárolgatónál és a kondenzátornál, az alkalmazott gép hatásfokától, a segédberendezések energiaszükségletétől stb. Természetesen az elpárolgás feltétele, hogy a hőforrás hőmérséklete a munkaközeg forráspontjánál nagyobb legyen.

A hőszivattyúzás rövid története és Heller László

A hőszivattyú olyan gépi berendezés, ill. készülék, amely alacsony hőmérsékletű hőt von ki általában a levegőből, földből vagy vízből, és azt nagyobb hőmérsékleten bevezeti az épületbe. Mondhatnánk: környezetből a hőt – külső energia befektetése árán – „szivattyúzza” jól használható hőmérsékletre. Energetikai szempontból kiemelendő, hogy a hőszivattyúk alkalmazhatók építményekben a használati melegvíz ellátására, fűtésre és hűtésre.

Sok helyen – szinte mindenütt – van alkalmas környezeti hőforrás, amelyet csak hőszivattyúval lehet energetikailag kedvezően hasznosítani. A hőszivattyúk a megújuló és a hulladék energiák hasznosításával jelentősen elősegítik a fosszilis tüzelőanyagok gazdaságosabb felhasználását.

Az angol James Joule és William Thomson (Lord Kelvin) 1852-ben alkotta meg a hőszivattyú elvét. Az osztrák Peter Ritter von Rittinger a francia Carnot termodinamikai írásait tanulmányozva, megalkotta a világ első ipari hőszivattyúját [9]. 1938-ban, Zürichben létesült az első tartósan hőszivattyúval

fűtött épület (a zürichi városháza). Az épület hőforrása a Limmat folyó vize lett.

A hőszivattyú múltjának magyar vonatkozásával kapcsolatban jelezni kell, hogy 1948-tól a Heller László (7. ábra) közreműködésével kidolgozott kompresszoros hőszivattyú átörézt jelentett e technológia történetében.



7. ábra Heller László magyar gépészmérnök, feltaláló, egyetemi tanár, akadémikus, a terv névadója (1907. augusztus 6. Nagyvárad – 1980. november 8. Budapest)
Fig. 7. László Heller, Hungarian mechanical engineer, inventor, university professor, academician, eponym of the plan named after him

Heller László Nagyváradon kezdte meg elemi iskoláit, majd középiskolai tanulmányait Budapesten folytatta. 1927-ben beiratkozott a Zürichi Műszaki Főiskolára (Eidgenössische Technische Hochschule [ETH]). Heller László 1931-ben szerzett gépészmérnöki oklevelet az ETH-n. Végzését követően Henri Quiby professzor mellett dolgozott tanársegédként, miközben szilárdságtani kutatómunkát is végzett. Hazatérte után, az első országos jelentőségű feladatot 1940 és 1942 között kapta, amikor az Egyesült Izzó Rt. Ajkai Timföld és Alumínium Gyárának energetikai tervezése napirendre került. A legkorszerűbb, nagynyomású, kényszeráramlású kazán és elvételes-kondenzációs gőzturbina bevezetésével új korszakot nyitott a magyar erőműiparban.

Heller László az Ajkai Erőmű hűtővízproblémáinak a megoldását keresve dolgozta ki azt az új eljárást, amely lehetővé teszi, hogy vízhiányos területeken a kondenzátor hűtését víz helyett tisztán levegővel lehessen megoldani. Ez a találmánya az „indirekt léghűtésű kondenzáció”, amely az erőművi szakmában „Heller System” néven vált ismertté az egész világon. Találmányát szabadalmaztatta, majd 1950-ben Londonban a Word Energy Conference keretében nyilvánosan is közzétette. Az ipari megvalósítást Forgó László hőcserélő szabadalmának a felhasználásával együtt dolgozták ki, ezért a megoldást Heller-Forgó-féle erőművi hűtőrendszernek hívják, amit napjainkban is alkalmaznak.

Az ipari energetika kínálókozó lehetőségei és a hőszivattyúval kapcsolatos zürichi élményei is (a városháza fűtése hőszivattyúval) arra ösztönözték, hogy a hőszivattyú területén is új megoldásokat keressen. 1948-ban védte meg doktori disszertációját, amelynek témája a hőszivattyúk alkalmazásának technikai, gazdasági feltételei volt (Heller L.: Die Bedeutung der Wärmepumpe bei thermischer Elektrizitätserzeugung Universitätssdruckerei, Budapest, 1948). A hőszivattyú múltjának magyar vonatkozásával kapcsolatban jelezni kell, hogy 1948-tól a

Heller László közreműködésével kidolgozott kompresszoros hőszivattyú áttörést jelentett e technológia történetében [10].

Megemlítem, hogy közel öt éve (2003. november 3-án), a Tudomány Napján felavatták Kő Pál Kossuth-díjas szobrászművész *Tudósok fala* című alkotását a Nyugati pályaudvar melletti West End City Center sétányon. A szobron Heller László tudós neve is megtalálható. A hőenergetikával foglalkozó iskolateremtő professzor elképzelései között szerepelt Európa második legnagyobb folyójával a Parlamentünk és Műegyetemünk fűtése is. A hőszivattyúk világméretű terjedésével napjainkban igazolódnak gondolatai.

A hőszivattyú előnyös tulajdonsága, hogy megújuló energiaforrással és minden hazánkban található energiahordozóval együttesen működtethető (1. táblázat).

A kompresszormotor hajtása	A működtető energia
Villamos motor	Fosszilis eredetű
	Atomenergia
	Megújuló energia
Belső égésű motor	Fosszilis eredetű
	Megújuló energia
Külső égésű motor (Stirling-motor)	Fosszilis eredetű
	Megújuló energia

1. táblázat Kompresszoros hőszivattyú motorhajtásának lehetséges energiaforrásai
Table 1. Energy sources for the engine drive of compressor based heat pumps

Egy 1997-es felmérés szerint a hőszivattyúk globálisan 6% CO₂-csökkenést eredményeztek. A felmérést végző hőszivattyús nemzetközi szervezet programjában 2010-re 16%-os várható

értéket közöl. Nemcsak lokális, hanem még nagyobb globális jelentőségű környezetvédelmi hatás jön létre, ha a hőszivattyú működtetése, illetve a bevezetett energia is megújuló energiahordozótól származhat, ami az energiaellátás új útjai között szerepel. A megújuló energiahordozók felhasználásának növelése pedig nemzeti energiastратégiánk fontos eleme (8. ábra).



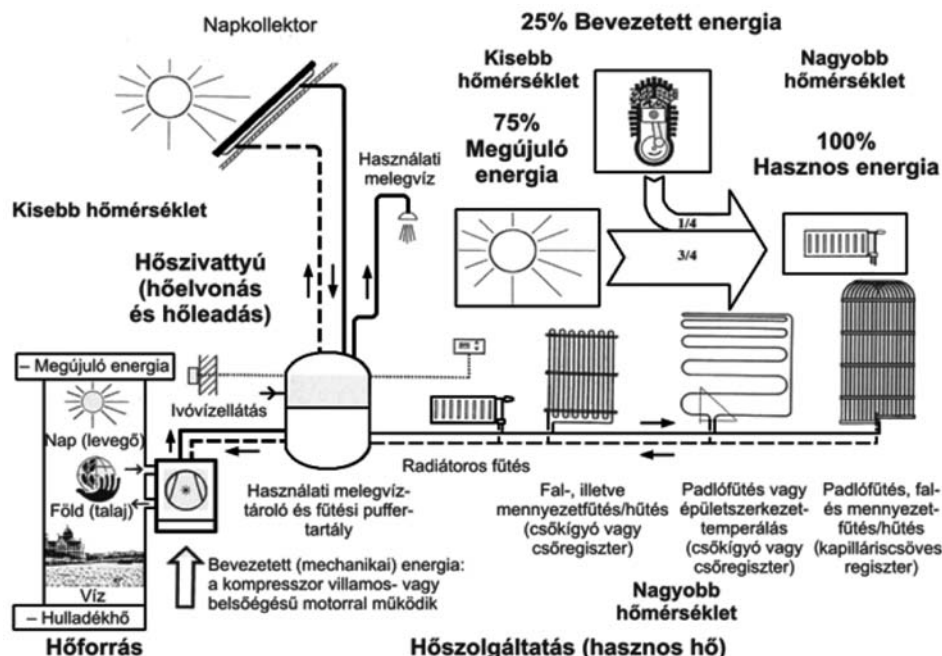
8. ábra A hőszivattyú hőforrásainak (az ún. zöldhőnek) csoportosítása
Fig. 8. Classification of heat resources (the so called 'green heat') of the heat pump

Az energiaválság a fejlett országokban már korábban kikényszerítette az épületek hőszigetelésének és tömörségének a fokozását, az energiatakarékos hőszivattyú alkalmazását, és ezáltal elsősorban az emberközpontú, kis hőmérsékletű, melegvízüzemű központi fűtéseket, az ún. felületfűtéseket (9. ábra):

- a nagyfelületű radiátoros fűtést (a radiátor hőfoklépcsője: 55/45 °C, majd 40/30 °C, a korábbi 90/70 °C, és 75/60 °C helyett),
- a padló-, a fal- és a mennyezetfűtést/ mennyezethűtést,
- az épületszerkezet temperálását (fűtés és hűtés).

Jelzem, hogy a ventilátoros konvektort („fan-coil”-t) nem tartalmazza a 9. ábra. Ez olyan széles körben alkalmazott fűtő/hűtő készülék, amelynél a hőátadás elősegítésére ventilátort használnak. Klímakonvektornak is nevezik. A levegőoldali hőcserélőjének felülete többszöröse egy hagyományos radiátorhoz képest. A levegőoldali nagy hőcserélőfelület és a ventilátorral segített hőátadás miatt a készülék nemcsak fűtésre használható, hanem hűtésre is, ha a meleg víz helyett hideg vizet keringtetünk a hőcserélő vízoldalán.

Korszerű nagyfelületű radiátoros fűtésnél a fűtővíz előremenő



9. ábra Kompresszoros hőszivattyús rendszer napkollektorral társítva
Az ábra jobb oldali felső részében napjaink átlagos hőszivattyús rendszerének energiafolyam-ábrája (egy egységet fizet, de négy egységért a fogyasztó)
Fig. 9. Compressor based heat pump system integrated with a sun collector
In the upper right corner of the figure - energy flow-chart of an average heat pump system of our days

hőmérséklete legfeljebb 45 °C, egy körön belül a kétsöves fűtés esetében ez a hőmérséklet minden radiátornál azonos. A hőlépcső a különböző helyiségekben általában változó, mivel a radiátort a hőérzeti és belsőépítészeti szempontok figyelembevételével kell kiválasztani.

A fűtési időszakban hosszabb vagy rövidebb ideig a kishőmérsékletű fűtés gyakorlatilag megvalósul Magyarországon elterjedt melegvízű hőelosztó rendszerek mindegyikével, ha az előremenő fűtővíz hőmérsékletét a külső hőmérséklet vezérli.

A hőszigetelés jelentős javítására az épület hőforgalma csökken (hatására "nyáron nem jön be, télen nem megy ki a meleg"), ami a hűtés, a fűtés, a környezet terhelése szempontjából is hasznos, lerövidíti a hűtési és fűtési időszakot (csökken az üzemeltetési idő csökkenés). Kellemebbé teszi a hőérzetet télen és nyáron egyaránt. A külső határoló felületek belső hőmérsékletének változtatott értékei, a hőérzetet javítja.

Összefoglalás

Napjainkban műszakilag elhasználandó belvárosok, belső kerületek teljes körű újjáépítését és felújítását végzik a nagyvárosokban és a kisebb településeken. Megújulnak az egyes lakó- és középületek. Fel kell készülnünk, elsősorban a környezetkímélő, ún. passzív építészeti eszközök megismerésére, elterjesztésére és használatára. A passzív eszközök lényege, hogy az épületet megvédjük a külső hatásoktól, és csak elkerülhetetlen végső esetben alkalmazunk gépészeti eszközöket fűtésre illetve hűtésre [11].

Közismertek azok a veszélyek, amelyek a természet biológiai egyensúlyának megbomlásából adódóan a mai, de még inkább a jövő nemzedékeket fenyegetik. A megújuló energiák használatának eszközei, így a hőszivattyús rendszerek is, decentralizálhatók, autonóm kistérségek és autonóm építmények alakíthatók ki velük. A hőszivattyú energiatakarékos és környezetbarát gép, beépítése megteremti az építés és környezet harmóniáját, csökkenti a káros légszennyezést és alkalmazásával emberbarát fűtési és hűtési rendszerek valósíthatók meg.

A hőszivattyús technika alapvetően nem új, mégis a különböző országok energiaellátási politikájában az első energiaválságig alárendelt szerepet játszott, és számos helyen eddig jelentéktelennek tekintették. Napjainkban azonban egyre több országban nő a korszerű hőszivattyúkra és a különböző hőszivattyús rendszerekre alapozó energiaellátási megoldások száma a passzív házaknál is.

Az Európai Hőszivattyú Szövetség (EHPA) a következő kérdést modellezte azért, hogy adatokat kapjon a hőszivattyúk elterjesztésének hasznáról. A kérdés az volt, hogy a GHG mekkora emissziócsökkenése lenne elérhető, ha Európa összes új és felújított egylakásos családi házat hőszivattyúkkal szerelnék fel 2008-tól 2020-ig? Az eredmény: a hőszivattyúknak a fűtést szolgáló széleskörű felszerelése 2020-ig közel 70 millió installált hőszivattyút jelentene. Az összes felszerelt egység az EU GHG-csökkentési céljához 2012-ben 20,5%-kal, 2020-ban pedig 21,5%-kal járulna hozzá. 2020-ban a hőszivattyúk a megújuló energiából több, mint 770 TWh-t termelnének. Ez

az EU céljának kb. 30%-a, és a primer energiából több, mint 900 TWh-t takarítanak meg.

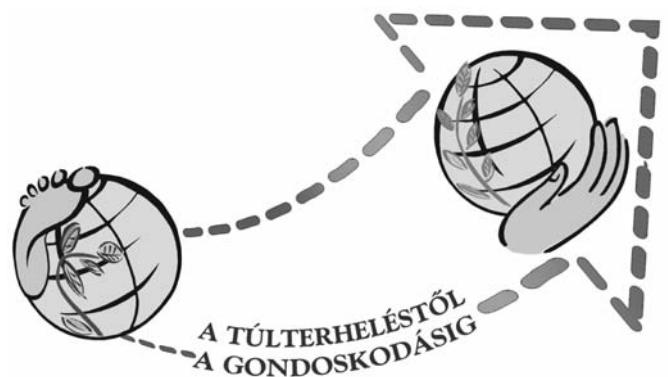
A hőszivattyú alkalmazása szakmai szempontból nagy kihívást jelent. Adott esetben általában egyedi igényt kell kielégíteni, adott helyszínhez, a rendelkezésre álló energiaforráshoz, az építmény és az építető speciális igényeihez igazodó, optimális megoldást kell találni. Az építményfűtés, a használati melegvíz előállítás, a szellőzés és klimatizálás megoldását a természetes (napenergia, geotermális energia), vagy az értékes hulladékenergia-forrás oldalától a hőleadás oldaláig teljes körben, rendszerszemléletben kell átgondolni, mérlegelni, és utána megtervezni, beszabályozni, üzemeltetni és karbantartani.

A hőszivattyúzás olyan innovatív technológia, amelynek magyarországi elterjesztésére nagy szükség van. A nyugati fejlettségi technológiák hazai átvétele önmagában nem biztosítja a hatásos működést (eltérőek pl. a hidrológiai, geológiai, meteorológiai viszonyaink, épületeink hőszigetelése, központi fűtése). Így piaci lehetőség van a hazai viszonyokra méretezett rendszerek kifejlesztésével máshol is versenyképes technológiákat kialakítani, amelyeket exportálni is lehet. A technológia területén már ma is vannak magyar szabadalmak, és Heller Lászlóra utalva, a magyar szakma történelmileg is megalapozott.

A tervezők, a beruházók és az építetők általában elvétele terveznek jobb hőszigetelést, kevesebb energiafogyasztást egy új, vagy egy felújításra kerülő épülethez, mint a hatályos jogszabályok kötelezővé tesznek, ezért a hőszivattyús rendszerek hosszú távú alkalmazására fel kell készülnünk [12].

Szakterületünkön jelenleg az értékrend átalakul: csökken a rövid távú, és növekszik a hosszú távú érdek érvényesítésének szerepe, de napjainkban, sajnos, még csak a rövid távú érdekek érvényesülnek. A legnehezebb feladatot gondolkodásunk megváltoztatása jelenti, és ezáltal az energiatudatos, környezetbarát magatartásra, a fenntartható építés útjára való átállás (10. ábra).

Ezúton őszinte örömmel szeretném megköszönni azt a megtiszteltetést, hogy *Hőszigetelés és a hőszivattyús technika* című dolgozatomat a VI. Nemzetközi Perlit Konferencia és Kiállításán (Budapest, 2008. szeptember 12–13.), mindenekelőtt dr. Rudnyánszky Pál aranydiplomás okl. építészmérnök, c. egyetemi docens Úr jóvoltából Önök elé tárhattam.



10. ábra A fenntartható fejlődés útja: az emberhez méltó környezet létrehozása
Forrás: a rajz Handbauer Magdolna grafikus munkája

Fig. 10. Way to a sustainable development, creation of an environment which is worthy of humans

Irodalom

- [1] Komlós Ferenc: *Hőszivattyús rendszerek 6. rész, 8.1. fejezet*. Az építészeti-műszaki tervezés aktuális előírásai. Gyakorlati tanácsadó. Verlag Dashöfer Szakkönyv Kft. és T. Bt. A vonatkozó CD-ROM kiadása: 2008. augusztus.
- [2] Dr. Vajda József: *Az Európai Unió CEPHEUS projektje a passzívházak létesítésének támogatására*, „Környezetvédelem és Európai Unió Csatlakozás Konferencia” Siófok, 2002. november 5–6., pp. 77–80
- [3] F. Komlós: *Heller Programme, Utilisation of Renewable Energy Sources with Heat Pumps* pp. 89-94. 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEAT ENGINES AND ENVIRONMENTAL PROTECTION May 28–30, 2007 Hotel Uni, Balatonfüred, Hungary (<http://epiteszforum.hu/node/6037>)
- [4] Mádlné Dr. Szőnyi Judit: *A geotermikus energia*, Készletek, kutatás, hasznosítás. Grafikon Kiadó, Nagykovácsi, 2006.
- [5] Komlós Ferenc – Fodor Zoltán – Kapros Zoltán – Vaszil Lajos: *Hőszivattyúzás*, Energia Központ Kht. „csináljuk jól!” energiahatékonysági sorozatának 22. számú kiadványa, 2008. (http://www.mek.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=564&Itemid=52)
- [6] Dr. Vajda József: *Terjeszkedőben az alacsony energiafelhasználású épületek*, Megawatt 12. évf. 2002/3. p.16 (Pécsi Erőmű gyári lapja) http://www.pert.hu/main.php?apps=4&pos=1&pos1=3&a=10&cikk_id=3370
- [7] Janurik Csaba: *Alacsony energiafelhasználású és passzívházak című vetített előadás* (Szeged, 2008. június 10.) a HORIZONT építéstechnológiaiáról.
- [8] Dr. Vajda József: *A passzívházak épületgépészeti rendszerei és a megújuló energiaforrások alkalmazásának lehetőségei* „ENERGOREP 2002.” Konferencia Siófok, 2002. november 12–14. pp. 114–117.
- [9] Stróbl Alajos: *Energiatakarékos környezetkímélés hőszivattyúkkal*. OMIKK, Környezetvédelmi Füzetek, 1999/8. szám.
- [10] Korényi Zoltán – Tolnai Béla: *Az áramlás- és hőtechnika nagyjai*. Életrajzi gyűjtemény, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2007.
- [11] Dr. Zöld András: *Az épületek nyári felmelegedése elleni védekezés természetes lehetőségei*, Tervezési Segédlet, OLÉH/VÁTI Kht. 2006.
- [12] Mádlné Dr. Szőnyi Judit PhD, egyetemi docens ELTE, FFI, AAF (témavezető szerző) – társszerzők: Lenkey L., Rybach L., Hámor T. és Zsemle F.: *A geotermikus energiahasznosítás nemzetközi és hazai helyzete, jövőbeni lehetőségei Magyarországon*. Ajánlások a hasznosítást előmozdító kormányzati lépésekre és háttér tanulmány (kézirat, Budapest, 2008. március 31.). Megbízó: Magyar Tudományos Akadémia Elnöki Titkárság.

EGYESÜLETI ÉS SZAKHÍREK

A CREATON AG. 2008. június 6-án ünnepélyes keretek között adta át Lentiben a CREATON Hungary Kft. II. üzemét.

A megnyitón Alfons Hörmann, a CREATON AG igazgatótanácsának elnöke többek között hangsúlyozta, hogy a „Magyarországi sikertörténetünk a 2005-ben üzembe helyezett I. gyárral kezdődött. Ezt folytatja az újonnan létesített II. gár, amelyben kerekben 70 új szakember Európa egyik legmodernebb gyártósorán dolgozza fel a kiváló nyersanyagokat a legjobb minőségű tetőcseréppé.

Magasan képzett magyar munkatársaink a kiváló lenti agyag első osztályú tetőcserépekké való feldolgozásával nagyban hozzájárultak a CREATON-termékek növekvő népszerűségéhez Dél-Kelet-Európában.

Ennek következtében minden lehetőségünk adott ahhoz, hogy magyar vevőinket még nagyobb termékínálattal, a lehető legoptimálisabban szolgáljuk ki.”

A CREATON AG közel 33 millió eurót fektetett a beruházásba. A 13.000 m² nagyságú csarnokban a legmodernebb innovatív technológiát helyezték el, amely többek között két termelősort, egy 8 m széles 152 m hosszú alagútkelemence, valamint alagút- és kamrás szárító található.

	I. üzem	II. üzem
Beruházás költsége	kb. 20 millió euró	kb. 33 millió euró
Éves feldolgozott agyag mennyisége	50 000 t	100 000 t
Gyártott cserép mennyisége	kb. 0,6 millió m ² tetőfelület	kb. 2,4 millió m ² tetőfelület
Tetőcserép típusok	- sajtolt hornyolt „PROFIL©”	
- kerekvágású hódfarkú „KLASSIK©”	- sík „BALANCE©”	
- hornyolt „RAPIDO©”		
Dolgozók létszáma	50 fő	70 fő

A Magyar Szabványügyi Testület 2008. évben a „Szabványosításért emlékéremet” adományozta a nemzetközi szabványok magyar nyelvű bevezetésének „az MSZT kiemelkedő szponzorai” kategóriában:

- Saint-Gobain Weber Terranova Építőanyagipari Kft.: az MSZT/MB 104 „Kerámiai burkolólapok” területéhez tartozó európai szabványok magyar nyelvű változatai műszaki tartalmának magas színvonalához.

téhez tartozó európai szabványok magyar nyelvű változatai műszaki tartalmának magas színvonalához.

- Xella Magyarország Kft.: az MSZT/MB 108 „Falazat” területéhez tartozó európai szabványok magyar nyelvű műszaki tartalmának magas színvonalához.

A kitüntetéshez gratulálunk és további eredményes munkát kívánunk.

PROFI TERMÉKCSALÁD



POROTHERM PROFI
Tégla, síkra csiszolva!

PROFIPANEL FÖDÉMELEM
Bármilyen alaprajzra!

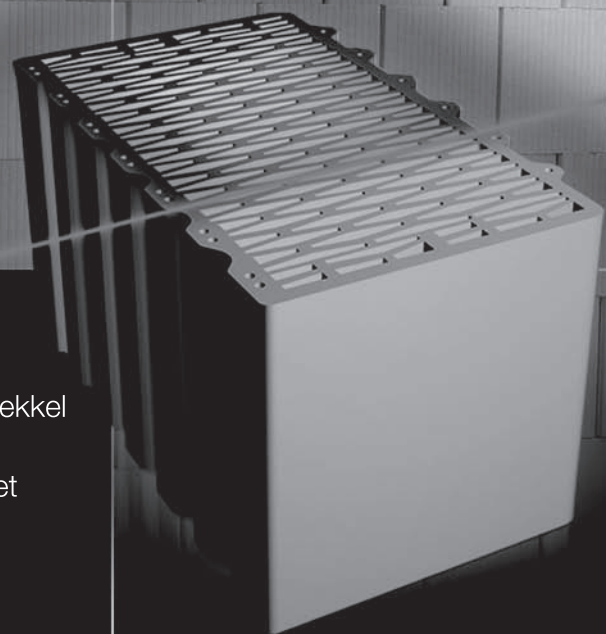
SIMÁN!

Porotherm Profi

- Új téglatechnológia Magyarországon
- Síkra csiszolt blokktegla, komplex rendszerben, kiegészítő elemekkel
- 4-22%-kal jobb hőszigetelő képesség
- Falvastagságtól függően akár 80%-kal kisebb habarcsszükséglet

Profipanel

- Teljesen sík alsó felületű vasbeton födémelem
- Bármilyen alaprajzra
- 50%-kal gyorsabb, könnyű beépítés
- A beépítés idejére a helyszínre szállítva



POROTHERM PROFI
CONSTRUMA Újdonságdíj 2008

Keresse a Wienerberger által kiképzett
és ellenőrzött kivitelezőket
– a Porotherm Profikat!

 **POROTHERM**

Wienerberger Téglaiipari zRt.
Tel.: (1) 464 7040,
info@wienerberger.hu,
www.wienerberger.hu

VI. Nemzetközi Perlit Konferencia és Kiállítás – a Magyar Perlit 50 éve

PATAKY ELEMÉR • Szilikátipari Tudományos Egyesület

DR. BAKSA CSABA • Mineralholding Kft.

A magyarországi perlitbányászat és perlit feldolgozás iparszerű művelése 1958-ban kezdődött. A perlittel foglalkozó szakemberek az V. Perlit Konferencián 1998-ban kezdeményezték egy nemzetközi konferencia szervezését, melyet VI. Nemzetközi Perlit Konferencia és Kiállítás – A magyar perlit 50 éve és jövője a környezetvédelem és klímaváltozás jegyében címmel, 2008. szeptemberben rendezett meg a Szilikátipari Tudományos Egyesület Szigetelő Szakosztálya és a Perlit-92 Kft.

A konferencia szervezésének kettős célja volt. Egyrészt megemlékezni a magyar perlit 50 évéről, másrészt felhívni a figyelmet a magyar perlit-kincsre és a fokozottabb magyar felhasználás fontosságára, különös tekintettel arra, hogy környezetbarát, természetes anyagról van szó.

A intenzívebb magyar felhasználás minden területre vonatkozik, de főleg az építőipari felhasználás fokozása lenne kívánatos. Az energiatakarékosság, az épületszigetelés területén szükséges az előretörés a környezetvédelem érdekében. Persze a legfőbb feladat „jó helyen alkalmazni”.

A rendezvény összesen három egymástól elkülönülő programból tevődött össze. Szeptember 11-én a Magyar Perlit 50 éves tudományos ünnepi ülésére került sor a Magyar Tudományos Akadémián. Szeptember 12-én a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Dísztermében zajlott a nemzetközi konferencia és kiállítás. Szeptember 13-án pedig két szakmai programra került sor, melyek keretében lehetőség nyílt egyrészt a Saint-Gobain Weber Terranova Kft. pilisvörösvári perlitduzzasztó, ill. üzem megtekintésére, valamint egy egész napos szakmai kirándulás során az olaszlisztkai perlitduzzasztó látogatásra, a pálházi bánya és előkészítőmű megtekintésére, a Perlit Emlékmű avatására és a Perlit Múzeum megtekintésére.

A rendezvényeken a magyar szakemberek mellett résztvettek többek között német, osztrák, lengyel, görög, szlovák, japán szakemberek is.

A Magyar Perlit 50 éves tudományos ünnepi ülése

A megemlékező ülésre a Szilikátipari Tudományos Egyesület és a Magyar Tudományos Akadémia Építészettudományi Bizottsága közös szervezésben került sor. Az ülést megnyitó Dr. Szépvölgyi János SZTE elnök méltatta az ülést kezdeményezők tevékenységét. Az ülés témája a megemlékezés volt, a résztvevők elsősorban azok a szakemberek voltak, akik szereplői voltak a perlit történetének. Az első köszöntőt dr. Petró Bálint, az MTA Építészettudományi Bizottságának elnöke tartotta, majd ezt követően több köszöntő és tudományos előadás hangzott el.

E program keretében dr. Szépvölgyi János, a Szilikátipari Tudományos Egyesület elnöke adta át dr. Rudnyánszky Pálnak az amerikai Perlit Intézet emléklapját, „a perlit iparágban végzett kiemelkedő szolgálatának és odaadó munkájának elismeréseképpen”, valamint ismertette, hogy a Perlit Intézet vezetői

üdvözlőlevelüket és legjobb kívánságukat küldték a magyar perlitipar 50 éves évfordulója és a VI. Nemzetközi Perlit Konferencia és Kiállítás alkalmából.

A Nemzeti Fejlesztési és Gazdasági Minisztérium részéről Fegyverneky Sándor, az Építésügyi és Építészeti Főosztály vezetője köszöntötte az ülés résztvevőit. Az Építészettudományi Egyesület nevében Bitay Zoltán társelnök, a kassai KERKO Perlit nevében Eva Ducaiova mondott köszöntőt.

A kievi NIISMI intézet részéről Lidia Alekseeva küldött táviratilag köszöntőt, amit dr. Baksa Csaba ismertetett.

Megemlékezést, és tudományos előadást tartott dr. Zelenka Tibor c. egyetemi docens, dr. Farkas Géza c. egyetemi docens, a Perlit-92 Kft. ügyvezetője, dr. Talabér József egyetemi tanár, dr. Kiss Jenő c. egyetemi tanár, Kékesy Péter a Baumit Kft. alkalmazástechnológiai vezetője, valamint dr. Baksa Csaba, a Mineralholding Kft. ügyvezetője. A Wienerberger Zrt. részéről Seres László kutatás-fejlesztési vezető a Magyarországon eddig még a gyakorlatban nem alkalmazott perlit felhasználást jelentő, perlittel töltött vázkerámia blokk szerkezetet ismertette.

Az igen jó hangulatú emlékülés az emléklapok átadásával, baráti beszélgetéssel zárult.

VI. Nemzetközi Perlit Konferencia és Kiállítás

2008. szeptember 12-én a BME Dísztermében kiállítással egybekötött konferenciára került sor. A konferenciát dr. Szépvölgyi János, az SZTE elnöke nyitotta meg, és a BME nevében dr. Becker Gábor, az Építézmérnöki Kar dékánja köszöntötte a résztvevőket. Ezt követően Somogyi László, nyugalmazott Építésügyi és Városfejlesztési Miniszter emlékezett a perlit történetére és építőipari felhasználására. Ezután a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal elnökhelyettese dr. Katona Gábor köszöntötte a megjelenteket, hangsúlyozva a magyarországi ipari ásványbányászat egyre növekvő fontosságát és súlyát, valamint a magyar bányászat történelmi múltra visszanyúló eredményeit.

A konferencia délelőtti részében dr. Farkas Géza c. egyetemi docens, a Perlit-92 Kft. ügyvezetője ismertette a magyar perlit múltját, jelenét és jövőjét, felvázolva a bányászat, a feldolgozás és felhasználás helyzetét. Ezt követte dr. Zelenka Tibor a Miskolci Egyetem Földtan-Teleptani Tanszék c. egyetemi docensének előadása a magyar perlit földtani felépítéséről, tulajdonságairól, kialakulásáról, előfordulásáról. Dr. Ujhelyi János c. főiskolai tanár a perlit építőipari felhasználásának, felhasználhatóságának kutatási eredményeiről tartott előadást, saját eredményeit és a nemzetközi eredményekhez való hozzájárulást ismertette.

Ezután egy blokkban külföldi előadók következtek, elsőnek a Jénai Egyetem tanára, prof. Klaus Heide számolt be a magyar perlit gáz kibocsátásával kapcsolatban végzett kutatásairól. Igen fontos eredmények, melyek jól hasznosíthatók a duzzasztási gyakorlatban is. Ezután a Wopfinger Baustoffindustrie GmbH részéről Gerhard Philipp a duzzasztás során elérhető energiatakarékosságról ismertette eredményeiket. Az energiatakarékosság nemcsak a költségekre van kihatással, de a környezetvédelem szempontjából is meghatározó. Ezt követően a KNAUF Perlite részéről Andrea Grond tartott előadást, melyben a perlit tartalmú ásványi hőszigetelő burkoló lapok gyártását, gyártástechnológiáját ismertette. Az építőipari felhasználás lehetőségének szempontjából eredményeik igen figyelemreméltóak. A külföldi előadások sorát lengyel beszámoló zárta, melyben a Zakłady Górniczo-Metalowe ZEBIEC S.A. részéről Pawel Gebura a termelés és értékesítés lengyelországi fejlődését mutatta be.

A konferencia délutáni blokkjában négy előadás hangzott el magyar előadók részéről. Dr. Kovács Károly az ÉMI tudományos osztályvezetője *Innovációs tevékenység a perlit alkalmazásában* címmel tartott előadást, de sajnos a tényleges innovációs tevékenység helyett csak az innovációs lehetőségekről, ill. a jelenleg hiányzó innovációról tudott beszámolni, természetesen a múltbéli tevékenység összefoglalásával. Pozsonyi László a Saint-Gobain Weber Terranova Kft. alkalmazástechnikai vezetője a duzzasztott perlit habarcsokban való felhasználását, az épületek energetikai javítása során történő alkalmazási lehetőségeket és konkrét megoldásokat ismertetett. Ezt követte dr. Takács János a Miskolci Egyetem docensének előadása *A duzzasztott perlit, mint az egyik legfontosabb szűrési segédanyag* címmel. Kutatási eredményeket és osztályozási, ill. felhasználási lehetőségeket ismertetett, bizonyítva a perlit felhasználásának sokoldalú lehetőségeit. E blokk záró-előadását Kékesy Péter a Baumit Kft. alkalmazástechnológiai vezetője tartotta. Az ipar részéről és szempontjából mutatta be a Baumit Kft. tevékenységét a perlit alkalmazásának tükrében. Befejező jelszava – „a perlitnek van jövője” – jól kifejezte a konferencia alap gondolatát.

A konferencia során Kozma Tímea építészmérnök hallgató átvehette a szervezők különdíját a korábban meghirdetett perlit pályázatra benyújtott tanulmányáért.

A nap eseményeit a tudomány, a perlit szempontjából dr. Farkas Géza foglalta össze, a konferencia Pataky Elemér zárásával ért véget.

A résztvevők a regisztrációnál megkapták az elhangzott előadásokat és néhány tanulmányt tartalmazó kiadványt, mely a jövőben jól hasznosítható a perlit további kutatása, felhasználása során. A konferencia résztvevői a Magyar Építész Kamaránál és a Magyar Mérnöki Kamaránál 2-2 kredit pontban részesültek.

A konferencia során kiállított az Anzo Kft., a Baumit Kft., az Eramis Kft., és a Sika Hungaria Kft. A kiállítás iránti érdeklődés – főleg a külföldiek részéről – jelentős volt.

Szakmai kirándulások

A **félnapos szakmai kirándulás** programja a hazai vakolatgyártás meghatározó szereplőjének, a Saint-Gobain Weber Terranova Kft. perlitduzzasztójának megtekintése volt.

A külön busszal érkező vendégeket Dalosi János műszaki igazgató fogadta. Rövid bevezetőjében áttekintette a jelenleg francia érdekelttségű cég történetét, majd beszélt a perlitduzzasztó üzemem belüli szerepéről. Az 1985-ben üzembe helyezett duzzasztó 80 em³/év gyártáskapacitással rendelkezik. Az elsősorban hőszigetelő habarcsok előállítására használt duzzasztott perlit volumene jelentősen visszaesett az utóbbi évtizedben. Ennek elsősorban az az oka, hogy az épületek hőtechnikai előírásai szigorodtak, melynek következtében a mérsékelt hőszigetelő képességű hőszigetelő alapvakolatok háttérbe szorultak az ún. ETICS homlokzati hőszigetelő rendszerekkel szemben. A duzzasztott perlitet egyéb habarcsainkban is használjuk tulajdonság javítás céljából.

A résztvevők ezután áttekintést kaptak az üzemben folyó egyéb gyártástechnológiákról is, és szemtanúi lehettek az SGW Terranova Kft.-nél folyó nagyszabású gyártásfejlesztéseknek.

A geológus kollégák különös érdeklődést tanúsítottak a külszíni fejtéssel kitermelt – Európában az egyik legfehérebb színű – dolomit előfordulásnak is.

Az **egész napos** szakmai kirándulás során először a Geoteam Kft. olaszliszakai perlitduzzasztó üzemének megismerésére került sor. A magántulajdonban lévő, magánerebből megvalósított üzem évi 40 000 m³ duzzasztott perlit előállítására alkalmas. Jó minőségű anyagot állítanak elő, melyre kereslet van, de kapacitásuk nincs kellően kihasználva, mivel főleg magyar felhasználók részére dolgoznak.

A program Pálházán folytatódott. Rövid, általános ismertetés hangzott el a bánya múltjáról és jelenéről filmvetítéssel összekötve. Pálháza központi terén felavatták a Perlit Emlékművet. A koszorúzással, avató beszéddel, himnuszokkal, szalagavatással keretezett megható ünnepséget a perlit és a bányászok tiszteletére tartották. Ezt követően sor került a Perlit Múzeum avatására, majd bányalátogatásra és annak helyszíni ismertetésére. Ennek során a látogatók megismerhették a külszíni fejtést, a perlit elhelyezkedését, földtörténeti kialakulását. Tájékoztatót kaptak a II. bánya megnyitásáról, ahol külszíni fejtés folyik.

A nap további részében hajókirándulásra került sor a Bodrogon, majd a programot borkóstolás és vacsora zárta.

A rendezvénnyel kapcsolatos első visszajelzések pozitívak voltak. A szakmai előadások, tapasztalatok, és az ezeket összefoglaló kiadvány remélhetően úgy Magyarországon, mint külföldön segíteni fogja a további munkát és az 50. évfordulóról való méltó megemlékezés erősíti a tudatot, hogy a (magyar) perlitnek van jövője.

Köszönet a szervezőbizottságnak, az előadóknak, a támogatóknak, valamint minden közreműködőnek.

T e k i n t s e m e g !
<http://www.betonopus.hu>

Nemzetközi üveges konferencia Szlovákiában

VARGA ZSUZSA • GE Hungary Zrt.

2008. június 22-26. között került megrendezésre a szlovákiai Trencín városában a szlovák és cseh üvegiipari egyesületek szervezésében az Európai Üvegtudományi- és Technológiai Egyesület (ESG) 9. nemzetközi konferenciája.

A konferencia megszervezését a hazai és nemzetközi szakmai szponzorokon kívül a Visegrádi Országok alapítványa is támogatta. A rendezvényen igen széles körű nemzetközi jelenlét volt, 32 országból 281 fő vett részt, köztük számosan Európán kívüli országból (hazánkat négyen képviseltük). 91 előadás hangzott el és 60 poszter került bemutatásra. A konferencia szakmai színvonala és lebonyolítása egyaránt elismerést érdemel.

A konferencia mottója volt „Az üveg – kihívások a 21. században”. Ennek megfelelően a konferencia megnyitói előadásában Dr. Fabiano Nicoletti a Nemzetközi Üveg Szövetség (ICG) alelnöke hangsúlyozta az üveg nélkülözhetetlen szerepét a hagyományos és új alkalmazásokban, mint pl. az orvosi, telekommunikációs, szálerősítés stb. területeken, ahol az üveg környezetbarát megoldást nyújt számos technikai és energetikai probléma megoldásában. Ugyanakkor az üvegyártásnak egyre súlyosbodó problémákkal kell szembenéznie az energia- és alapanyag-ellátás, valamint a szigorodó környezetvédelmi előírások miatt. Ezen problémák megvilágítása, a további fejlődési lehetőségek, kutatási irányok meghatározása és az ICG szerepe volt a témája a meghívott előadókkal szervezett első napi plenáris ülésnek, illetve az utána tartott „kerekasztal” beszélgetésnek.

A konferencia előadásait 10 szekcióban tartották meg, melyek közül 3-3 párhuzamosan folyt, így ki-ki érdeklődése szerint választhatott, hogy melyiken vesz részt. Az egyes szekciók az alábbi tárgykörökben voltak: az üveg szerkezete, az üveg formázása, üvegolvasztás, tűzállóanyagok, bioüvegek és kémiai ellenálló-képesség, hulladékanyagok kibocsátása és kezelése, az üveg termodinamikája és reológiája, optikai- elektromos- és mágneses tulajdonságok, nukleáció és kristályosodás, az üveg fizikai tulajdonságai.

A konferenciához kapcsolódóan emlékest volt az ICG alapításának 75. évfordulója tiszteletére, ahol az előadók áttekintést adtak a szervezet alapításáról és az azóta eltelt idők nemzetközi együttműködésének történetéről.

A konferencia idején a hagyományokhoz híven itt tartották éves üléseiket az ICG és az ESG vezető testületei, amelyek a szervezeti-működési kérdések mellett döntöttek az elkövetkező időszakok konferenciáinak megrendezéséről. Új tagországok csatlakoztak az ICG-hez (Szerbia, Kanada, Ausztrália) és az ESG-hez (Oroszország). A következő ESG konferencia Németországban (2010), az ICG konferencia Brazíliában (2010) lesz.

ICG International Congress on Glass

2010. szeptember, Salvador, Brazília.

További információ: icg@abividro.org.br

EGYESÜLETI ÉS SZAKHÍREK

A Beton Szakosztály ankétot rendez a HÖLCIM Hungária Zrt.-vel, a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékkel és a CEMKUT Cementipari Kutató-Fejlesztő Kft.-vel közösen

2008. október 14-én. Az ankét témája:

Megjelent a HÖLCIM „CEMENT-BETON KISOKOS” 2008

2008. október 16-án lesz

Kő- és Kavicsbányász Nap 2008.

A konferencia Budapesten, a Hotel Griffben kerül megrendezésre.

Az SZTE Téglá- és Cserép Szakosztálya és a Magyar Téglás Szövetség közös szervezésében **2008. november 6-7-én**

Balatonfüreden kerül megrendezésre a **XXIII. Téglás Napok** konferencia.

Az Üveg Szakosztály **Üvegiipari Szakmai Konferenciát** szervez

2008. november 25-én,

a MTE SZ Budai Konferenciaközpontban, Budapesten.

A rendezvényekkel kapcsolatban tájékoztatjuk tagjainkat.

Bővebb információ folyamatosan megtalálható honlapunkon (www.szte.org.hu), ill. kérhető az Egyesület titkárságán (tel./fax: 06-1/201-9360, e-mail: info@szte.org.hu).

DR. GÁLOS MIKLÓS 70 ÉVES



A Szilikátipari Tudományos Egyesület vezetősége, különösen a kő- és kavicsipar szakemberei nevében tisztelettel és szeretettel köszöntjük Egyesületünk Kő- és Kavics Szakosztályának elnökét, Dr. Gálos Miklóst születésének 70. évfordulóján.

A 70. évforduló biznysága: 1938. július 15-én született Budapesten. Mérnöki oklevelet szerzett az ÉKME Építőmérnöki Karán 1961-ben. Acélszerkezeti mérnöki oklevelet kapott a BME-n

1967-ben. Műszaki doktor lett 1971-ben.

Szakmai életútját kivitelező-mérnöként kezdte 1961-ben, majd tervezőmérnöként dolgozott. Sikerekben gazdag szakmai tevékenységét a BME Ásvány- és Földtani Tanszéken tudományos főmunkatársként folytatta 1978-tól, majd 1994-től docensként az átszervezett BME Mérnökgeológia Tanszéken. Habilitáció 1997-ben. Egyetemi tanár 1999-től az Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszéken, valamint tudományos tanácsadó az Építőmérnöki Karon 2005-től.

Oktatási és kutatási területe többek között az építési kőanyagok vizsgálata és minősítése, a közetmechanika, a teherviselő kőszerkezetek, a mélyépítési mérnökgeológia, a környezetvédelem stb. Kiváló szakmai felkészültsége vonzotta a tudományos kutatómunka felé.

Az elmúlt évtizedben a BME-n végzett építő- és építészmérnökök többsége tőle tanulta meg a geológia és a műszaki földtani szemléletet. Iskolateremtő személyiség és túlzás nélkül állítható, hogy a hazai mérnökgeológia oktatás egyik jeles megalapozóját tisztelhetjük személyében, oktató és kutatómunkája, valamint tudományos eredményei alapján.

Említést érdemel a graduális képzésben, az idegen nyelvű képzésben, a doktorképzésben, a kari- és egyetemközi oktatásban, a szakmérnöki képzésben végzett tevékenysége.

A Szilikátipari Tudományos Egyesület Kő- és Kavics Szakosztályának titkára volt 1986-tól, majd 2004-től elnöke. A Magyarhoni Földtani Társulat Mérnökgeológiai és Környezetföldtani Szakosztály elnöke (2000), a Nemzetközi Mérnökgeológia magyar nemzeti bizottságának elnöke (2000), az MTA Törésmechanikai akadémiai albizottság tagja (1990). Részt vesz a Magyar Szabványügyi Testület munkájában.

Több szakmai könyv, könyvrészlet, tanulmány, cikk stb. szerzője.

Kiemelkedő tevékenysége, munkássága elismerésére több alkalommal kapott állami, egyetemi és egyesületi elismerést. Miniszteri dicséret, Rektori dicséret, Környezetünkért Emlékplakett kitüntetésben részesült. Egyesületünk a Szilikátiparért Emlékéremmel tüntette ki Egyesületünkben végzett tevékenysége elismeréséül. 2008-ban Magyar Felsőoktatásért Emlékplakettet kapott, és a Szilikátipari Tudományos Egyesület örökös tagjává avatta.

Meg kell említenünk kedves feleségét, aki sikeres, eredményes életútjának mindenkor támogatója volt és nyugodt, kiegyensúlyozott családi háttérrel biztosított férjének.

Kedves Elnök úr, kedves Miklós, kívánunk jó egészséget, erőt és további eredményes munkát 70. születésnapod alkalmából! Isten éltesse!

glasstec 2008

A nemzetközi szakvásár és a glass technology live különbemutató központi témája az üveg és az energia

A világ üvegiparának képviselői 2008. október 21-25. között immár huszadik alkalommal mutatják be a legújabb fejlesztéseiket. A düsseldorfi glasstec az egyetlen olyan nemzetközi szakvásár, ami üvegipari gépek gyártóitól a kézművesek alkotásaiig az üveg értékteremtési láncának minden egyes elemét bemutatja. A széndioxidkibocsátás csökkentése, valamint az olaj- és gáztartalmakkal való takarékoskodás világszerte egyre sürgetőbb feladat. Egyre nő tehát az igény az új módszerekkel, energiatakarékosan előállított üvegtermékek és gyártási technológiák iránt. Ennek jegyében a glasstec 2008 szakvásárt „Az üveg és az energia” mottójával rendezik meg. Napjainkban óriási erőbedobással dolgoznak a vállalatok világszerte új termékek fejlesztésén, optimalizálásán és új alkalmazási területek megtalálásán, valamint a hozzájuk tartozó gyártási technológiák bevezetésén.

A 2008-as glasstec ennek megfelelően számos megoldást vonultat fel az energiahatékony termékek és gyártás területén. A vásár hosszú távon iránymutató megoldásokat mutat be olyan

„klasszikus” területeken, mint a lézertechnológia, a funkcionális felületkezelés, a nanotechnológia vagy a műszaki és speciális üvegárúk. Továbbra is óriási az innovációs potenciál az üveg új alkalmazási területeinek felderítésében és a gyártási eljárások terén.

- A glasstec 2008 kínálata:
- Üveggyártási- és gyártástechnológiai eljárás
- Az üvegtermékek és alkalmazásai
- Az üvegmegmunkálás és feldolgozás
- Komplet üvegipari berendezések
- Az üveg építészeti alkalmazása, homlokzatok
- Környezetvédelmi technológia
- Display- és lézertechnika

A 2008-as glasstec szakvásárról és kísérőrendezvényeiről további információk

a www.glasstec.de internet oldalon található.

A beküldendő teljes kézirat a következő részekből áll: szöveges törzsrész, irodalom, kivonatok, ábrajegyzék (ábra aláírásokkal), táblázatok (táblázat címeikkel), ábrák, fotók, a szerző rövid szakmai életrajza.

A lentebb rögzített paraméterekkel készített kézirat **javasolt terjedelme 5 oldal; indokolt esetben max. 6 oldal lehet, ábrákkal együtt.**

A cikk tartalmáért és közölhetőségéért a szerző a felelős.

A CIKK CÍME, SZERZŐJE, HIVATKOZÁS

A cikk címe legyen rövid, tárgyilagos és figyelemfelkeltő. Egysorosnál hosszabb címet lehetőleg ne használjunk.

A cím alatt a szerző neve (tudományos fokozat nélkül), munkahelye neve, a szerző e-mail címe következik.

Ha a közlemény eredetileg előadási vagy poszteranyag volt valamelyik konferencián, rendezvényen, akkor ezt jelezni kell a szerzők adatai után.

SZÖVEGRÉSZ, FEJEZETEK

A word dokumentum margó beállításai: fent 3 cm, lent 3 cm, bal 2,5 cm, jobb 2,5 cm. Papírméret: A4.

A szövegrész betűmérete 10 pt, normál, sorkizárással igazítva. Szimpla sorköz. Betűtípus Times New Roman.

A cikkben mindenhol az SI-rendszer mértékegységeit kell használni.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

A cikkek szerzői ígyekezzenek áttekinteni a témára vonatkozó és fontos szakirodalmakat, és ezt közölni is. A kézirat szövegében az irodalmi hivatkozásokat szövegbeni sorszámuk beírásával kell megadni, pl. [6], a hivatkozási sorrend szerint számozott irodalomjegyzéket kell készíteni.

Meg kell adni a hivatkozott közlemény bibliográfiai adatait a következő minták szerint:

– Folyóirat esetén: Tóth, Gy. – Máté, B.: Földtani tényezők bazaltbányák művelésénél. Mélyépítéstudományi Szemle. XXIV. évf. 4. szám (2004), pp. 145-148.

– Könyv esetén: Vadász, E.: Magyarország földtana. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1960.

Ezekről eltérő esetekben értelemszerűen kell eljárni.

ÁBRÁK, TÁBLÁZATOK

Ábrának minősülnek a vonalas rajzok, grafikonok, fotók is. **A szövegben legyen benne az ábrák, táblázatok hivatkozása.** Ez a szerző útmutatása arra, hogy hová kívánja az ábrát, táblázatot helyezni. Az ábrákat nem kérjük a szövegbe beszerkeszteni, kérjük külön-külön képfájlban stb. megadni. A táblázatok a közlés sorrendjében, a kivonat után legyenek elhelyezve, vagy külön fájlba téve.

Lehetőleg **minden ábrának, táblázatnak legyen címe magyar és angol nyelven.** Lehetőség szerint kerülni a terjedelmes táblázatokat.

Kérjük figyelembe venni, hogy a **megjelenés színe fekete-fehér! Bizonyos színek szürke változata ugyanolyan árnyalatú, emiatt a grafikon vagy ábra nem értelmezhető.**

Ábrák elektronikus jellemzői: tiff, jpg vagy eps kiterjesztés, 300 dpi felbontás fotó esetén, 600 dpi felbontás (a megjelenítés méretében) vonalas ábra esetén.

KIVONAT, KULCSSZAVAK

A cikkhez – a nemzetközi referálás érdekében – külön **kivonatot** kell készíteni **angol nyelven** (ha ez nem oldható meg, magyar nyelven), mely tartalmazza a **cikk címét** is. A kivonat ismertesse a közlemény legfontosabb eredményeit negyed oldal – max. fél oldal terjedelemben.

A szerző adjon meg olyan kulcsszavakat magyar és angol nyelven, melyek a cikk legfontosabb elemeit jelölik.

SAKMAI ÉLETRAJZ

Szigorúan szakmai életrajz nagyjából 500 karakter terjedelemben.

LEKTORÁLÁS

A cikkeket a Szerkesztő Bizottság lektoráltatja. Az apróbb, technikai vagy nyelvhelyességi változtatásokat a szerkesztő közvetlenül átvezeti a kéziratban. A lektor által javasolt, lényegét illető változtatásokról a főszerkesztő a szerzőt értesíti. Mivel a cikk tartalmáért nem a lektor, hanem a szerző felelős, a szerző nem kötelezhető a lektori javaslatok elfogadására.

KORREKTÚRA

A szerzőnek a korrekúrára megküldött kefelevonatot postafordultával vissza kell juttatni.

KAPCSOLATTARTÁS

Az elkészített cikke és kiegészítéseire szükség van elsősorban elektronikus változatban. Az értelmezhetőség miatt előfordulhat, hogy a nyomtatott, fekete-fehér változatot is kérjük.

E-mail: rekaa@yahoo.com vagy info@szte.org.hu.

Postai cím: Szilikátipari Tudományos Egyesület, 1027 Budapest, Fő u. 68.

Kérjük a szerzőket, hogy adják meg postai címüket, vezetékes és mobil telefonszámukat, e-mail címüket a gyors egyeztetés, elérhetőség érdekében.

INHALT

- 62** Verschleiß von Keramik auf Zirkoniumdioxid-Grundlage beim trockenen Gleiten auf Stahl mit hoher Geschwindigkeit
Sergěj Kulkov ■ Nikolaj Savchenko
- 65** mf-TMA-Untersuchung von roher und gebrannter hitzebeständiger Keramik aus Letovice
Gabriel Varga ■ Anton Trník ■ Igor Štubňa
- 68** Kreative Mahlungsmethoden – Innovative Lösungen im Prozess der Zementvermahlung
Jörg M. Schrabback ■ István Asztalos
- 73** Low-NOx-Brenner, neuartige Flammen in der Glasindustrie
Neil Simpson ■ Frau Fehérvári
- 78** Wärmedämmung und die Technik der Wärmepumpen
Ferenc Komlóš

СОДЕРЖАНИЕ

- 62** Изнашиваемость керамик на основе двуокси циркония при скольжении по стали с большой скоростью
Кулков, Ш. ■ Савченко, Н.
- 65** Испытания сырых и обожженных теплостойких керамик методом mf-TMA
Варга, Г. ■ Трник, А. ■ Штубна, И.
- 68** Креативные методы измельчения – Инновационные решения процесса измельчения
Шраббак, Е.М. ■ Асталаш, И.
- 73** Новые типы горелок в стекольной промышленности
Симпсон, Н.
- 78** Теплоизоляция и техника отвода тепла
Комлош, Ф.

ELŐFIZETÉS

Fizessen elő az
ÉPÍTŐANYAG c. lapra!

Az előfizetés díja
1 évre **4000 Ft.**

Előfizetési szándékát kérjük az alábbi elérhetőségek egyikén jelezze:

Szilikátipari
Tudományos Egyesület

Telefon/fax:
06-1/201-9360

E-mail:
info@szte.org.hu

Előfizetési megrendelő letölthető az Egyesület honlapjáról:
www.szte.org.hu