

Typical defects on automobile windscreens at the interfaces of silver coatings, copper filaments and glasses

LÁSZLÓ A. GÖMZE ▪ Department of Ceramics and Silicate Engineering, University of Miskolc
▪ femgomze@uni-miskolc.hu

LUDMILA N. GÖMZE ▪ IGREX Engineering Service Ltd. ▪ igrex2009@yandex.ru

ISTVÁN KOCSEKHA ▪ Department of Ceramics and Silicate Engineering - University of Miskolc
▪ fempityu@uni-miskolc.hu

RÓBERT GÉBER ▪ Department of Ceramics and Silicate Engineering - University of Miskolc
Érkezett: 2012. 11. 08. ▪ Received: 08. 11. 2012. <http://dx.doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2012.12>

The consequences of defects in the micro- and nanostructures of fixing thin film coating layers or heating filaments and glasses at their interfaces can cause strong reduction of efficiency of automobile windscreen heating. To avoid this undesirable efficiency fall in heating of automobile windscreens, the layered fixing thin films, the conductive coatings, heater filaments, copper clips and glasses must have excellent adhesive strength at their interfaces and as good as possible material structures in micro and nano-scales.

During the investigation of micro and nanostructures as well as adhesive and scratch strength of fixing thin films, silver coatings and copper heating filaments several typical defects were observed by the authors. These typical defects are interruptions, cracks, bubbles, micro and nano pores, non-permanent thicknesses and diameters and gaps between the surfaces of coatings and glass.

To examine the material structures and adhesive strength of thin film coatings and heating filaments on glass automobile windscreens optical digital mechanical scratch tester, scanning electron microscopy and energy dispersive spectrometry were used. Digital image analysis was applied to microscopy results to enhance the results of transformation.

Keywords: coating, copper, filament, glass, interface, scratch, strengths

1. Introduction

In automotive industry the efficiency of windscreen heating are very strong depends not only on used material compositions, geometrical parameters and continuities of heater filaments, but on the defaults at their interfaces of fixing thin film coatings, copper clips and glass screens [1, 2]. To measure, characterize and evaluate the material structure and the adhesive strength of different coatings at the interfaces the scanning electron microscopy (SEM) [3, 4] and scratch test [5, 6, 7, 8, 9] are the most popular techniques. In spite of the popularity, the results of scratch tests are strong depended on many extrinsic and intrinsic parameters of tested materials and used equipment [10, 11].

The aims of this work are to understand the properties of such a hetero-modulus and hetero-viscous complex materials, including adhesive strength and microstructures at the interfaces of glasses and thin film coatings made from one or more layers and their influences on the quality of fixing of heater filaments and copper clips to the glass surfaces of heated automobile windscreens.

2. Experimental

In this research work of hetero-modulus, hetero-viscous complex materials, automobile windscreens were used from different European and Japanese cars. To examine the material structures and adhesive strength of the thin film coatings of flux materials and silver heating filaments and their interfaces with the copper clips and glass beds Hitachi TM-1000 scanning

László A. GÖMZE

is head of Department of Ceramics and Silicate Engineering in the University of Miskolc since 1999. He has got scientific degree „Candidate of Technical and Engineering Sciences” at Moscow University M. I. S. I. in 1985, and has a wide range of experiments both in engineering and research works at different companies and in teaching of students at universities. Finishing the Civil Engineering University of Moscow (Russia) in 1973, L. A. Gómze started his working activity as structural engineering at the design department in Hungarian firm Building Ceramics (Épületkerámia) in Budapest. In 1986 he was already the managing director of the famous Hungarian porcelain manufactory HOLLÓHÁZA. Leaving Hollóháza in 1990 he used to work as associated professor at University of Miskolc. Laszlo A. Gómze is member of several Hungarian and international organization in fields of ceramics, material sciences and chemistry. He is member of „Kerpely Antal Doctoral School” of material sciences and technologies. Since 1996 he has successfully supervised several PhD students in fields of ceramics and ceramic matrix composites.

Ludmila N. GÖMZE

is the managing director of engineering service firm IGREX Ltd. Finishing the Civil Engineering University of Moscow (Russia) in 1974 she started her working activity as structural engineer at Hungarian design institution VIZITERV in Budapest. Further she continued her job as designer engineer at firm KEVITERV in city Miskolc. In her working experiments she met with the problems of productions and technologies of ceramic items at the porcelain manufactory HOLLÓHÁZA in 1987. Since then she has a wide range experiments in examination, research and development of new material compositions and technologies both of traditional and high-tech structural ceramics as well as of ceramic matrix composites. The research works of Ludmilla N. Gómze are presented in several research reports, conference publications and 5 scientific articles in different German and Hungarian journals.

KOCSEKHA István, PhD

1999-ben szerzett gépészmérnöki oklevelet. Jelenleg adjunktusként dolgozik a Miskolci Egyetem, Kerámia- és Szilikátmérnöki Intézeti Tanszékén. PhD oklevelét 2011-ben védte meg. „Adalékanyagok hatása téglaiipari termékek extrudálására” címmel. 2012-ben a Tudomány Napja alkalmából Tudományos díj kitüntetésben részesült.

GÉBER Róbert

2007-ben a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán diplomázott szilikástechnológus anyagmérnökként. Jelenleg a Miskolci Egyetem Kerámia- és Szilikátmérnöki Tanszék tudományos segédmunkatársa. Kutatási témája a különböző összetételű aszfaltkeverékek és azok alapanyagainak anyagszerkezeti, valamint reológiai tulajdonságainak vizsgálata, amelyből 2012-ben elkészítette Ph.D. értekezését.

electron microscope and ST-3001 optical scratch tester (*Fig. 1.*) were used. To examine material structures on scanning electron microscopy the specimens were ‘cutted out’ from windscreens by surfaces of 15 mm × 15 mm and for optical scratch test by surfaces of 60 mm × 30 mm.

The principle of the used optical scratch tester ST-3001 (Tear Coatings Ltd, UK) is shown in *Fig. 2.* Simple pass scratch test was used with linear velocity of 10 mm/min from 1 N up to 20 N under continuous loading rate of 40 N/min. A spheroconical diamond indenter with tip radius 200 μm was used as the scratching indenter. The tests were carried out under dry and unlubricated conditions.



Fig. 1. Testing instruments
1. ábra Az alkalmazott vizsgálati berendezések

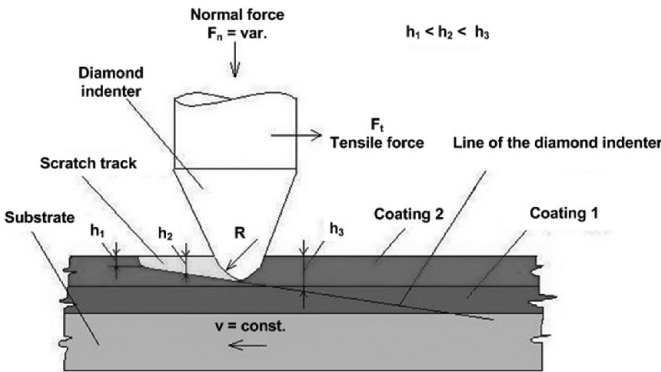


Fig. 2. The principle of the used optical scratch test
2. ábra Az alkalmazott optikai karvizsgáló készülék működési elve [7]

3. Results and discussion

On the surfaces of the thin film silver heater filaments there are several typical defects, including deficiency and absence of silver, as well as holes, intercrystalline and transcrystalline cracks, open pores and air bubbles (Fig. 3.). The typical defects in the material structures of copper clips are shown in Fig. 4. and the typical defects at the interfaces of bedding flux coatings and the silver heater filaments are shown in Fig. 5.

These defects on surfaces, interfaces, and material structures can considerable reduce the efficiency of heating on windscreens and increase the losses of local electric currents. There are several technical and technological reasons can be find to explain the shown defects in material structures. Sum of them are the bad preparation of used 'raw materials' before coatings, bad spraying, layering and fixing methods and techniques of coating process, not adequate heating and sintering curves after coatings and not good enough wetting and bedding properties of used fluxes. Because of the bad wetting properties of fluxes on the interfaces of fluxes and silver coating films discontinuity, gaps and bubbles can be observed in Fig. 5. A typical optical photo of scratch line through silver coating film bed and copper filament is shown in Fig. 6.

4. Summary

On the basis of investigation silver thin film coatings and copper filaments of different European and Asian automobile windscreens we can summarize our main results by the followings:

- Several defects can be observed in material structures and at the interfaces of thin film coatings of heated automobile windscreens.

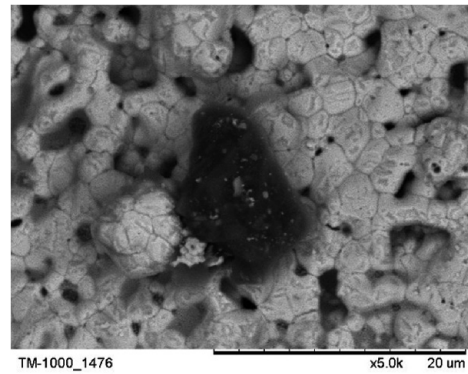


Fig. 3. Typical defects in microstructures of silver thin films
3. ábra Az ezüst vékonyréteg bevonatok mikroszerkezetének tipikus hibái



Fig. 4. Typical defects on surface of copper filaments
4. ábra Az üvegfelületre felvitt réz fűtőszálak felületének tipikus hibái

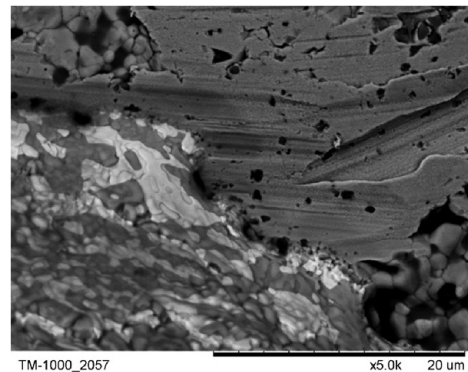


Fig. 5. Typical defects at interfaces of silver thin films and flux beds
5. ábra Tipikus hibák az ezüst vékonyréteg bevonatok és a beágyazó flux határfelületén



Fig. 6. Typical scratch track line through silver thin films and copper filaments
6. ábra Tipikus karcsom az ezüst vékonyréteg bevonaton a réz fűtőszállal

- Wetting properties of fluxes strongly influence on bedding of silver heater filaments and copper clips.
- On the surfaces of copper clips submicron and nanocrystals of copper-oxides can be appeared.
- The materials of used fluxes playing determinative role in bedding of thin film coatings to glass surfaces of heated automobile windscreens.

The material structure of thin film heating filament coatings on automobile windscreens strong depend on used spraying methods and heat treatments. The quality of interfaces can be influenced by temperature gradients and heating times.

Acknowledgement

The Authors would like to acknowledge to IGREX Engineering Service Ltd. and to TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 project for their support.

References

- [1] László A. Gömze – Ludmila N. Gömze – István Kocserha: *Proceedings of the 8th International Conference on Coatings on Glass and Plastics* pp. 233-237 (2010)
- [2] O. N. Sidelnikova – G. A. Pozdnakov – A. N. Salanov: *Proceedings of the 8th International Conference on Coatings on Glass and Plastics* pp. 285-291 (2010)
- [3] N. R. Puskas: *Proceedings of MicroCAD 2007, Section D*, pp. 85-90 (2007).
- [4] Z. H. Xie – M. Hoffman – P. Munroe – R. Singh – A. Bendavid – J. Martin: *Journal of Material Research*, Vol. 22, pp. 2312-2318 (2007)
- [5] H. Zaidi – A. Djamai – K.J. Chin – T. Mathia: *Tribology International*, Vol. 39. Issue 2., pp. 124-128 (2006)
- [6] L. A. Gömze: *Proceedings of MicroCAD 2003, Section B*, pp. 45-52 (2003).
- [7] N. Puskas: *Epitoanyag*, Vol. 55., pp.50-54 (2003)
- [8] S.J. Bull – E.G. Berasetegni: *Tribology International*, Vol. 39., Issue 2. pp. 99-114 (2006)
- [9] G. Subhash – W. Zhang: *Wear*, Vol. 252. No. 1-2. pp. 123-134 (2002)
- [10] S. Kataria – N. Kumar – S. Dash – A.K. Tyagi: *Advances in Tribology*, doi: 10.1155/2009/648075 (2009)
- [11] L. Rebecca – L. De Rosa – S. R. Wagner: *The Journal of Adhesion*; Vol. 78. Issue 2. pp. 113 – 127 (2002)

Ref.: <http://dx.doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2012.12>

László A. **Gömze** – Ludmila N. **Gömze** – István **Kocserha** – Róbert **Géber**: *Typical defects on automobile windscreens at the interfaces of silver coatings, copper filaments and glasses*. *Építőanyag*, 64. évf. 3-4. szám (2012), 64-66. p.

Gépkocsi szélvédők üveg, ezüstbevonat és réz fűtőszál határfelületeinek tipikus hibái

Jelen munkájukban a szerzők bemutatják azokat a tipikus anyagszerkezeti és tapadási – kötési – hibákat, amelyek a különböző gépkocsi szélvédőüvegek réz fűtőszálainál a beágyazó flux, az ezüst bevonatfilm és az üveg alaptest határfelületeinél alakulnak ki a nem megfelelő bevonatolási technológia eredményeként. Vizsgálataik során feltárták azokat a nem-kívánatos anyagszerkezeti hibákat is, mint a felhólyagosodás, buborékképződés, anyagszakadás és instabil, egyenetlen rétegvastagság.



A BAU 2013. január 14. és 19. között kerül megrendezésre a Messe München területén. A BAU 180 000 m²-en mutat be építészeti megoldásokat, anyagokat és rendszereket a kereskedelmi, lakás- és belsőépítészeti ágazat számára, meglévő és új építményekhez. A kiállítók kb. 40 országból érkeznek, a külföldi kiállítók részaránya 25% körül várható. A BAU látogatóinak legnagyobb táborát a szakiparosok alkotják, a tervezők, mérnökök és építészek részvétele pedig egyre jelentősebb.

A BAU 2013 négy központi témája

Fenntarthatóság: Ez a kifejezés mára már a korszerű és felelős építkezés fő fogalmává vált. A látogatók a standok között járva léptenyomon találkozhatnak a fenntarthatóság kritériumainak megfelelő termékekkel és anyagokkal. A fenntartható építkezés és tervezés lesz a központi témája a keretprogramok rendezvényeinek is.

Többgenerációs építkezés: A többgenerációs építkezés gondolata egyre fontosabb szerepet kap Németországban és egész Európában. Ez alatt az életterek olyan kialakítását és felszerelését kell érteni, amely valamennyi korosztály számára elegendő helyet és teret biztosít. A témakörrel a látogatók a BAU 2013 számos rendezvényén találkozhatnak.

Energia 2.0: Európa energiafogyasztásának mintegy 40%-át az épületek fűtése teszi ki. Ezért az energiahatékonyság már évek óta kiemelt téma. A BAU kiállításon számos előadás és különbemutató keretében foglalkozunk az épületek és egész városnegyedek energiaellátásának jövőjével, és az ehhez kapcsolódó technológiai újításokkal.

Városfejlesztés a XXI. században: Napjainkban a lakosság fele városokban él. 2050-re már a Föld akkori 9,3 milliárd lakosának 75%-a lesz városlakó. Ez hatalmas kihívást jelent mind az infrastruktúra és a mobilitás, mind pedig a biztonság és az energiaellátás szempontjából. Ezért a BAU 2013 kiállításon azzal a kérdéssel is foglalkozunk, hogy milyen lesz az élet a jövő városában.

Ízelítő a BAU 2013 fórumaiból és különbemutatóiból:

Intelligens városok: „A holnap városa”

Egyre fokozódó városiasodás, növekvő éghajlati változékonyság, energiafordulat, növekvő erőforrás-felhasználás és demográfiai változások – ezekkel a globális kihívásokkal kell ma szembenéznünk. A Fraunhofer-Allianz Bau olyan termék- és rendszermegoldásokat mutat be, amelyek alkalmasak a „holnap városainak”, azaz élhető és fenntartható, így jövőképes városok építésére.

„Egyetemes tervezés”

Az egyetemes tervezés az építőipari szakma, és ezen belül különösen az épületelem-gyártók számára a jövő nagy feladatáért körvonalazódik. Az egyetemes tervezés koncepciójának lényege olyan termékek létrehozása, amelyek az emberek lehető legnagyobb csoportja számára könnyen alkalmazhatók és kezelhetők.

„Az építéset jövője”

A fórumon a világ legkülönbözőbb tájairól érkező neves tervezők, építészek és építőmérnökök projektpéldák kapcsán vázolják fel az építés és a tervezés jövőjét.

A BAU 2013 vásárról minden információ megtalálható a <http://www.bau-muenchen.com> oldalon.