

# DETERMINAREA PROPRIETĂȚILOR MECANICE ALE ACOPERIRILOR CU TPE PENTRU GARNITURILE AUTOMOBILULUI

# MECHANICAL PROPERTIES DETERMINATION OF TPE COVERING FOR AUTOMOTIVE DOOR SEALING'S

Christian ASTALOSCH\*, Cătălin George ATANASIU\*\*

\*BMW AG Regensburg, Germany

\*\*Transilvania University of Brasov, Romania

**Rezumat.** Un trend modern în industria producătoare de sisteme de etanșare a portierei automobilului constă în utilizarea tot mai intensă a TPE (elastomer termoplastic). Motivul constă în proprietățile elastice și performanțele asemănătoare elastomerilor, prelucrarea prin extrudare fiind simplă și asemănătoare maselor plastice. În plus substraturile din TPE permit prin coextrudare acoperirea suprafețelor supuse fricțiunii cu un material TPE glisant.

Acoperirile coextrudate sus-numite trebuie validate din punct de vedere al calității. Modul de control, practicat de autori, se bazează pe: controlul vizual, controlul dimensional al grosimii stratului glisant aplicat și controlul rezistenței la abraziune.

Testele de duranță a componentei de etanșare în automobil arată că metoda aplicată de autori este relevantă și suficientă pentru asigurarea calității acoperirilor cu material TPE glisant. În plus, materialul glisant TPE Lubmer TM80 îndeplinește cerințele impuse de condițiile din automobil, putând fi recomandat ca o bună soluție preț/performanță.

**Cuvinte cheie:** TPE, substrat, mecanic, abraziune, geometric, grosime

## 1. Aspecte generale

Sistemele de etanșare din cauciuc sintetic EPDM (etilenă-propilenă-dien-monomer) s-au impus ca soluție optimă, devenind rețeta de bază pentru etanșarea portierelor automobilului. Ultima decadă a adus cu sine o nouă tendință pe piața internațională, care constă în înlocuirea componentelor sistemului de etanșare a portierei din EPDM cu elemente TPE (elastomer termoplastic). Motivul constă în proprietățile elastice și performanțele asemănătoare elastomerilor, prelucrarea prin extrudare fiind simplă și asemănătoare maselor plastice. TPE mai oferă și un avantaj tehnologic, ce va fi prezentat în rândurile de mai jos.

Domeniul de aplicabilitate al TPE este constituit de garniturile portierei cu solicitare semidinamică. Figura 1 prezintă sistemul clasic de etanșare a portierei și pune în evidență o garnitură solicitată semidinamic, și anume parapetul interior al portierei.

**Abstract.** A modern trend in the industry producing car door sealing system consists of more widespread use of TPE (thermoplastic elastomer). The reason lies in the elastic properties similar performance elastomers, extrusion processing is simple and similar to plastics. In addition, the TPE substrates allow through coextrusion coating of surfaces subject to friction with a sliding TPE material.

Co-extruded coatings mentioned above, must be validated in terms of quality. The control mode, used by the authors is based on: visual inspection, dimensional control of coating thickness applied and control sliding abrasion resistance.

Endurance test of automobile component sealing the show that the method applied by the authors is relevant and sufficient to ensure quality PET material coatings sliding. In addition, TPE sliding material Lubmer TM80 meets the conditions imposed by the car and can be recommended as a good solution price/performance.

**Key words:** TPE, substrate, mechanical, abrasion, geometrical, thickness

## 1. General aspects

Synthetic rubber sealing systems EPDM (ethylene-propylene-diene-monomer) were imposed as optimal solution, and become basic recipe for sealing car doors. The last decade has brought a new trend in the international market, which is to replace door seal system components EPDM with elements TPE (thermoplastic elastomer). The reason lies in the elastic properties similar performance elastomers, extrusion processing is simple and similar to plastics. TPE also offers a technological advantage, which will be presented in the lines below.

The using domain of TPE consists of door gaskets with semidynamical request. Figure 1 shows the classic door seal and highlights a semidynamic loaded seal, namely the inner wall of the door.

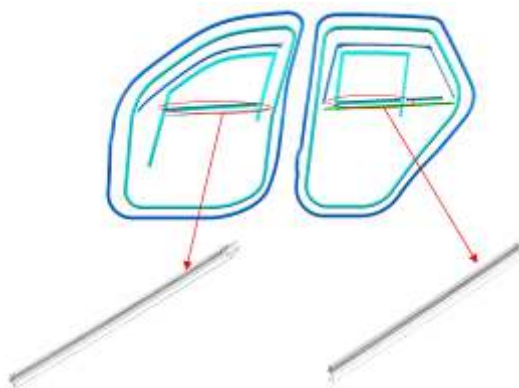


Figura 1. Sistemul de etanșare a portierei automobilului – parapețul interior [1]  
 Figure 1. Sealing system for automobile door – inner door parapeț [1]

## 2. Principiul de funcționare al parapețului interior al portierei automobilului

Parapețul interior al portierei constă dintr-un profil extrudat și ștanțat la capete în geometria dorită. Rolul parapețului este de a închide, pe partea interioară, spațiul dintre structura metalică a portierei, geamul lateral și panoul interior al portierei. Prin închiderea acestui spațiu se reduce pătrunderea zgomotelor de mers și a rezonanțelor în habitacul și se protejează de incluziuni cavitatea interioară a ușii, respectiv a componentelor mecanice și electrice de acționare a geamului. Datorită contactului permanent cu geamul și a fricțiunii la coborârea, respectiv ridicarea acestuia, buzele de contact ale parapețului trebuie să aibă o suprafață cu proprietăți glisante și de rezistență la abraziune.

Pentru înțelegerea modului de funcționare, în Figura 2 este arătat modelul parapețului interior al portierei și al periferiei acestuia.

## 2. The working principle of inner waist belt

The inner door railing consists of a profile extruded and stamped on the edges to the desired geometry. Inner door railing role is to close on the inside space of the metallic structure of the door, side window and the door panel. By closing this area the noise entering the cabin is reduced, and also the vibrations and resonances, and the inner door cavity is protected. The mechanical and electrical drive components of the glass are also protected with this sealing. Due to constant contact with the window and to moving window friction, the lips of the inner door railing must have a surface with sliding properties and also high abrasion resistance.

To understand the functioning, the model shown in Figure 2 is inside the door sill and the periphery.

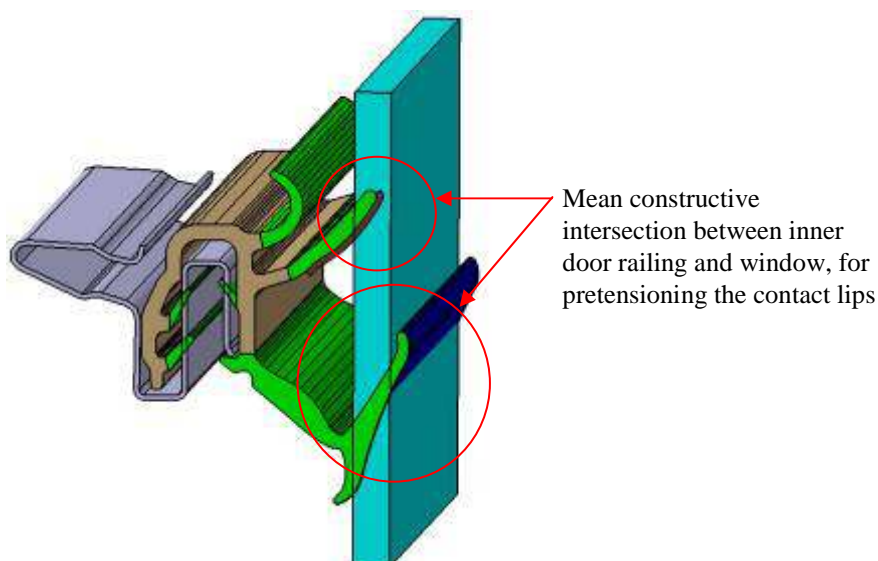


Figura 2. Modelul parapețului interior al portierei – mod de fixare și interacțiunea cu geamul [2]  
 Figure 2. Inner door railing model – fixing method and window interaction [2]

Detaliile acestui ansamblu sunt:

- clama metalică de fixare pe flanșa portierei (culoarea gri);
- zona centrală rigidă a parapetului (maro deschis);
- zona de contact cu geamul, zona de contact cu panoul interior al usii și aripioarele de aderență pe clama metalică de fixare din material cu bune proprietăți elastice (culoarea verde);
- suprafața cu proprietăți glisante a buzei superioare de contact cu geamul (culoarea maro închis);
- suprafața cu proprietăți glisante a buzei inferioare de contact cu geamul (albastru închis);
- geamul lateral al portierei (albastru deschis).

Modul de pretensionare a buzelor de contact cu geamul, în starea asamblată a parapetului interior al portierei în automobil, este prezentat în Figura 3, extrasă din modelarea cu elemente finite.

The details of this set, are:

- metallic clamp for fixing on door (gray);
- central rigid zone of the parapet (light brown);
- window contact zone, inner door panel contact zone and grip fins on metallic clamp made from optimum elastic properties material (green);
- sliding surface properties of the higher lip contact with glass (brown);
- surface properties of the lower lip sliding contact with the window (dark blue);
- lateral window of the door (light blue).

The preload method of lip contact with the window, in the assembled condition of the door sill inside the car is presented by Figure 3, extracted from finite element modeling.

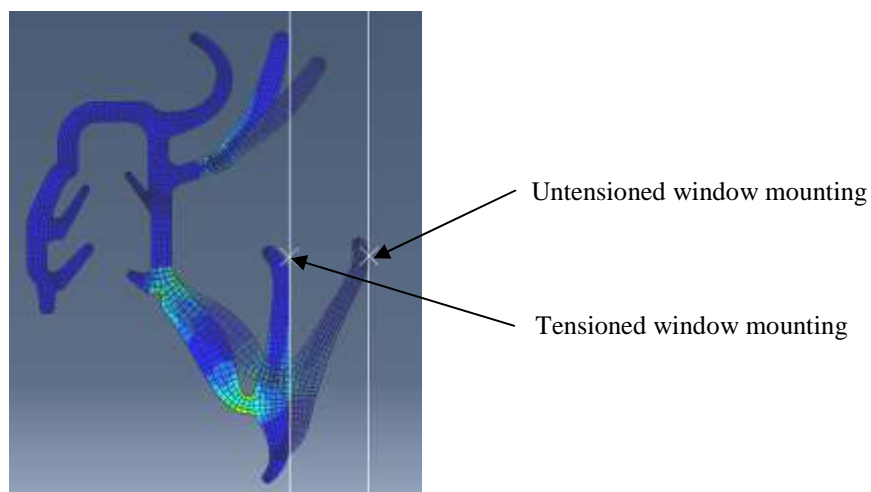


Figura 3. Comparație geometrică între parapetul în stare liberă și parapetul montat, tensionat [2]  
Figure 3. Geometrical comparison between free standing parapet and tensioned mounted parapet [2]

### 3. Modalități de realizare a acoperirilor glisante în zonele cu fricțiune ridicată

Metodele clasice de acoperire a suprafețelor cu materiale glisante constau în utilizarea lacurilor sau a plușului. Aceste procedee tehnologice sunt aplicabile atât pentru substraturile din EPDM, cât și pentru cele din TPE.

Lăcuirea este un proces complex și necesită pregătirea prealabilă a suprafeței respective, care trebuie curățată de praf, grăsimi, uleiuri și săruri. Tensiunile superficiale ale suprafeței joacă, și ele, un rol important la adeziunea lacului. Acestea se pot ajusta cu ajutorul amorsei chimice (grund) sau printr-un tratament electric sau termic. Gama de lacuri este largă, alegerea lacului optim depinzând de materialul de bază și de performanța cerută de la aplicație. Dezavantajul constă în sensibilitatea procesului de aplicare.

### 3. Methods to accomplish slide coating in high friction areas

The classical methods of surfaces coverage with materials consist in utilization of sliding lakes or flocks. These technological processes are applicable for both EPDM substrates and for those of TPE.

Varnishing is a complex process and requires surface preparation prior to that, to be cleaned of dust, grease, oil and salt. The superficial loads of surface play an important role at adhesion lake. These may be adjusted with help of chemical prime or through electric treatment or thermic treatment. The range of lakes is large, choosing the optimum lake depending by the base material and by performance required by the application. The disadvantage consists in the sensibility of application process.

Plușurile se diferențiază prin material (PE-polietilena sau PA-poliamid) și prin lungimea, respectiv diametrul, scamei. Indiferent însă de caracteristicile scamei, procesul de plușare este la fel de complex și sensibil ca și cel de lăcuire. Acoperirea cu pluș decurge în doi pași. Primul constă în aplicarea adezivului pe substrat (aplicare online pe profilul extrudat), cel de-al doilea constând în presărarea plușului într-o atmosferă climatizată și încărcată electrostatic.

În cazul utilizării TPE ca material de bază pentru realizarea parapetului interior al portierei există și o a treia variantă de acoperire cu material glisant a suprafețelor de contact cu geamul. Aceasta constă în coextrudarea, în zona cerută, a unui strat filigran de TPE cu proprietăți glisante. Această posibilitate constituie un mare avantaj tehnologic al elastomerilor termoplastici în comparație cu cauciucul sintetic (EPDM).

Procesul de extrudare al profilurilor cu strat glisant coextrudat nu este trivial, deoarece necesită o sculă de extrudare complexă, cu intrare și canale de curgere separate pentru materialul glisant. Odată însă stabilizat, procesul de producție are un caracter robust.

#### 4. Teste necesare pentru evaluarea calității acoperirilor cu strat TPE glisant

Tehnologia coextrudării straturilor de TPE glisant pentru componentele sistemului de etanșare a portierei automobilului se regăsește, pe plan mondial, doar la producătorii consacrați. Datorită know-how-ului cu răspândire limitată și a unei istorii de nu foarte lungă durată, pentru această soluție tehnologică nu există criterii și metode standardizate de control a calității. Fiind confrunțați în viața lor profesională cu această tematică, autorii au dezvoltat o filosofie proprie a testării calității acoperirilor cu strat de TPE glisant.

Prezentarea metodelor de testare și a rezultatelor obținute are loc plecând de la exemplul parapetului interior al portierei prezentat anterior în Figura 3. Pentru acest parapet se folosesc următoarele materiale [2]:

- polipropilenă PP50Shd (50% Mafill CR C 1044 + 50% Taboren PC 33 T30) pentru zona centrală rigidă a parapetului (culoarea ocru);
- elastomer termoplastic TPE 65ShA coextrudat (Santoprene 121-67 W175) pentru zona de contact cu geamul, zona de contact cu panoul interior al ușii și aripioarele de aderență pe clema metalică de fixare (culoarea verde);
- bandă plușată aplicată pe buza superioară

Flocks differ by material (polyethylene or PE-PA-polyamide) and the length diameter respectively, lint. Regardless, however, the characteristics of lint, flocking process is as complex and sensitive as the coating process. Flock covering also has two steps. The first consists of applying adhesive to the substrate (extruded profile online application), the second consisting of strewing flocks in an atmosphere conditioned and electrostatically charged.

When using TPE as a material basis for the inner door parapet there is a third way for covering with sliding material the areas in contact with the window. It consists of co-extrusion in requested area of a thin layer of TPE with sliding properties. This possibility is a great technological advantage of thermoplastic elastomers compared with synthetic rubber (EPDM).

The extrusion process of sliding layer co-extruded profiles is not trivial, because it requires a complex extrusion tool, with input and separate flow channels for sliding material. But after stabilized, the production process has a robust character.

#### 4. Necessary tests for quality evaluation of covering with sliding TPE layer

The coextruded technology of layers of sliding TPE for sealing components of automotive doors is found throughout the world only at well known manufacturers. Due to limited know-how and a short history for this technological solution there is no standardized criteria quality control. Being confronted in their professional life with this theme, the authors have developed their own philosophy of testing the quality of sliding TPE layer coating.

The presentation of test methods and obtained results take place leaving from the inner door parapet example shown above in Figure 3. For this parapet were used the following materials [2]:

- PP50Shd polypropylene (50% Mafill CR C 1044 + 50% Taboren PC 33 T30) for the central rigid zone (light brown);
- 65ShA coextruded thermoplastic elastomer TPE (Santoprene 121-67 W175) for contact with the window area, the contact with the inner door panel and fins grip the metal clip fastening (green);
- tape applied on the upper lip DIMOTIVE flock TAPE 0.75 mm 3.3 dtex PES G2 11 mm (brown);
- TPE sliding (LUBMER TM80) coextruded

DIMOTIVE FLOCK TAPE G2 PES 0,75 mm  
3,3 dtex 11 mm (culoarea maro);

- TPE glisant (LUBMER TM80) coextrudat pe buza inferioară (culoarea albastru închis).

Conform specificației tehnice grosimea stratului glisant TPE (Lubmer TM80) trebuie să aibă o grosime cuprinsă între 30-100  $\mu\text{m}$ . Pentru satisfacerea acestei cerințe, scula de extrudare, mai exact, canalele de coextrudare a materialului glisant TPE Lubmer TM80, au fost dimensionate pentru o grosime nominală a aplicației de 65  $\mu\text{m}$ .

Modul de control al calității, practicat de autori, pentru acoperirile cu strat de TPE glisant se bazează pe trei premise:

- necesitatea controlului vizual;
- cerința dimensională de grosime din specificația tehnică implică un control dimensional;
- contactul permanent și fricțiunea cu geamul impune proprietăți de rezistență la abraziune.

Controlul vizual este un control primar cu scopul de a evalua calitatea acoperirii din punct de vedere optic: bule de aer, zone de substrat neacoperite, zgârieturi ale suprafeței, incluziuni de material netopit etc.

### 5. Controlul dimensional al acoperirilor cu strat TPE glisant

Conform filosofiei autorilor, controlul dimensional al grosimii stratului de TPE glisant trebuie să decurgă pe baza unui calcul și a unei supravegheri statistice a capabilității procesului de coextrudare. Pentru o primă analiză au fost extrase 30 de probe cu o împrăștiere pe toată durata șarjei de producție. Stratul de material Lubmer TM80 a fost măsurat sub microscop (Figura 4). Punctele de măsură au fost repartizate pe toată lățimea secțiunii acoperite. Pentru evitarea erorilor de măsurare, au fost determinate două valori pentru fiecare punct, valoarea măsurată fiind media aritmetică a acestora.

lower lip (dark blue).

According to technical specification the TPE sliding layer (Lubmer TM80) must have a thickness between 30-100  $\mu\text{m}$ . To meet this requirement, the extrusion tool, namely, sliding material coextrusion channels TPE Lubmer TM80, were designed for a nominal application thickness of 65  $\mu\text{m}$ . To meet this requirement, the extrusion tool, namely, sliding material co-extrusion channels TPE Lubmer TM80, were designed for a nominal application thickness of 65  $\mu\text{m}$ .

The mode of quality control practiced by the authors for the coatings sliding TPE layer are based on three premises:

- need for visual inspection;
- dimensional thickness requirement of technical specification implies a dimensional control;
- permanent contact with the window friction properties of abrasion resistance required.

Visual inspection is a primary control in order to assess the quality of coverage from optically point of view: bubble, uncovered substrate areas, scratching of the surface rendered or material inclusions, etc.

### 5. Dimensional control of covering with sliding TPE layer

According to the authors' philosophy, dimensional control of the thickness of the TPE sliding layer must flow based on a calculation and statistical surveillance capability of co-extrusion process. For a first analysis, 30 samples were extracted with a scattering throughout the production batch. The layer of Lubmer TM80 material was measured under the microscope (Figure 4). Measurement points were distributed throughout the section width covered. To avoid measurement errors, two values were determined for each point; the measured value is the average of them.



Figura 4. Imagine la microscop a stratului de TPE glisant  
Figure 4. Microscope image of sliding TPE layer

Rezultatele măsurătorilor și confirmarea statistică a capabilității procesului sunt prezentate în Tabelul 1.

Measurement results and statistic confirmation of process capability are presented in Table 1.

Tabelul 1. Analiza statistică a capabilității pe perioada scurtă a procesului de aplicare/coextrudare a stratului de material TPE glisant (Lubmer TM80)

Table 1. Statistic analysis of the short period capability for the process of applying/coextrusion of the sliding TPE layer (Lubmer TM80)

Measured values									
74	62	73	70	55	77	74	66	65	59
57	66	63	82	60	67	64	71	53	68
69	64	72	68	62	54	61	67	65	70

**Initial data:**

$L_{nom} = 65 \mu\text{m}$  (nominal thickness)  
 $LSL = 30 \mu\text{m}$  (upper tolerance limit)  
 $USL = 100 \mu\text{m}$  (lower tolerance limit)  
 $n = 30$  (number of samples)  
 $m = 1$  (number of production stacks)

**Medium value:**

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 65,9 \mu\text{m}$$

(where  $x_i$  is measured value for sample  $i$ )

**Standard deviation:**

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 6.8$$

**Control limits:**

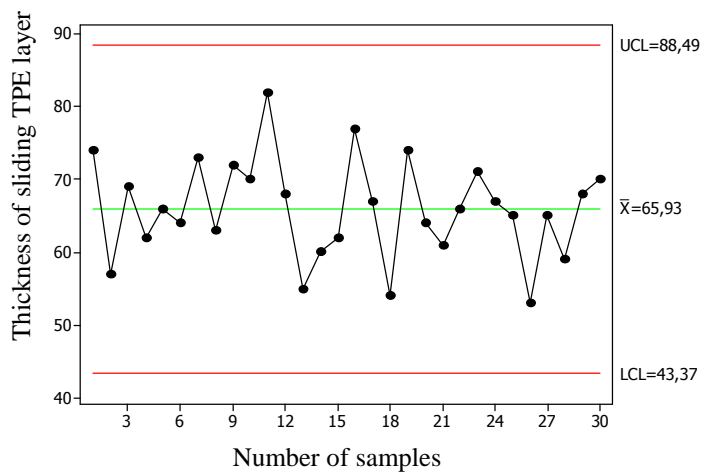
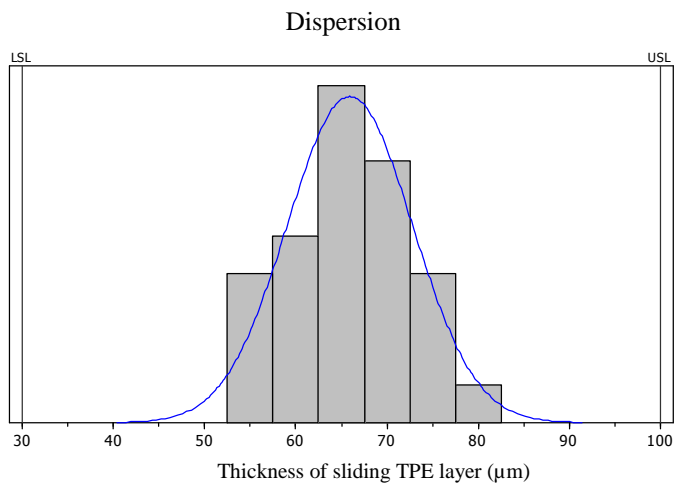
Upper

$$LCL = \frac{\sum_{j=1}^m \bar{x}_j}{m} - 3s = 43,3 \mu\text{m}$$

Lower

$$UCL = \frac{\sum_{j=1}^m \bar{x}_j}{m} + 3s = 88,4 \mu\text{m}$$

(where  $\bar{x}_j$  is medium value of stack  $j$ )



**Process capability coefficients for short period ( $P_p$  si  $P_{pk}$ ):**

$$P_p = \frac{USL - LSL}{6s} = 1,70$$

$$P_{pk} = \text{Min}\left(\frac{USL - \bar{x}}{3s}, \frac{\bar{x} - LSL}{3s}\right) = 1,67$$

**Conclusion:** Because the statistic condition  $P_p \geq 1,67$  and  $P_{pk} \geq 1,67$  is satisfied, the process capability for short period is met.



Autorii recomandă perpetuarea regulată, pe întreaga perioadă a producției de serie, a analizei statistice a capabilității procesului de extrudare, cu referire la grosimea stratului de TPE glisant.

The authors are recommending regular perpetuation for the entire period of mass production, of statistical analysis capability for extrusion process, with reference to thickness of the sliding TPE layer.

## 6. Testul de determinare a rezistenței la abraziune pentru acoperirile cu strat TPE glisant

Deoarece parapetul interior al portierei automobilului trebuie să-și păstreze proprietățile de rezistență la abraziune în diferite condiții climatice, autorii au efectuat testul de rezistență la abraziune a suprafețelor acoperite cu TPE glisant pentru trei regimuri de climatizare diferite:

- temperatura camerei;
- +75°C cu temperaturare 12 h;
- -35°C cu temperaturare 12 h.

Pentru efectuarea testului de abraziune autorii au selectat cinci epruvete cu lățimea 10 mm din buza parapetului acoperită cu strat de material glisant TPE Lubmer TM80. Aceste probe au fost alese astfel încât să acopere întreaga șarjă de producție. Epruvetele au fost fixate pe dispozitivul de testare, conform Figurii 5, și supuse solicitării la abraziune prin intermediul unei scule de solicitare (Figura 6).

## 6. Dimensional control of covering with sliding TPE layer

Because the inside parapet of the car's door must keep the resistance properties at abrasion in different climatic conditions, the authors have effectuated the resistance test at abrasion for surfaces covered with sliding TPE for three different climate regimes:

- room temperature;
- +75 C with moderation of 12 h;
- -35 C with moderation of 12 h.

For testing the abrasion, authors selected five samples having a width of 10 mm from lip of parapet covered with layer of sliding TPE Lubmer TM80 material. These samples were chosen so as to cover the entire batch of production. Samples were fixed on the testing device according to Figure 5 and subjected through an application tool (Figure 6) subjected at abrasion.



Figura 5. Dispozitivul de testare la abraziune a suprafețelor acoperite cu strat de TPE glisant  
Figure 5. Abrasion testing device for surfaces covered with sliding TPE layer

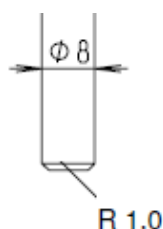


Figura 6. Geometria sculei de solicitare la abraziune a suprafețelor acoperite cu straturi de glisare din TPE coextrudat  
Figure 6. Abrasion testing tool geometry for surfaces covered with sliding TPE co-extruded layer

Scula de solicitare folosită de către autori este executată din oțel de scule, având o secțiune circulară cu diametrul de 8 mm și cap aplatizat. Suprafața de contact a sculei este învelită într-o

The application tool used by authors is executed by tool steel, having a circular section with diameter of 8 mm and flattened head. The contact surface of tool is wrapped in a cotton fabric

țesătură de bumbac, înălbită și neapretată, pentru evitarea deteriorărilor mecanice a epruvetei.

Testul de abraziune efectuat de autori este caracterizat de următorii parametri:

- dispozitiv de testare MaagFlock APG 1000;
- masa suplimentară pe scula de solicitare: 500 g;
- solicitare: 1500 cicluri;
- frecvența:  $65 \pm 2$  cicluri/min;
- lungimea secțiunii solicitate: 60 mm.

Atât pe timpul derulării testului, cât și la încheierea programului de solicitare, epruvetele trebuie evaluate conform cerințelor de mai jos:

- lipsa oricărui semn pe suprafața solicitată, după 1000 cicluri;
- suprafață ușor lucioasă permisă, după 1500 cicluri;
- lipsa oricărei abraziuni a stratului de TPE glisant până la materialul de bază, oricând pe perioada programului de testare.

În cazul parapetului interior al portierei automobilului, descris anterior, acoperirea buzei inferioare cu strat glisant TPE Lubmer TM80 a fost evaluată pozitiv pentru toate epruvetele și în toate regimurile de climatizare. Figura 7 oferă detalii ale epruvetelor testate.

bleached and undressed to avoid the mechanical damages of the sample.

The abrasion test effectuated by authors is characterized by the following parameters:

- testing device MaagFlock APG 100
- additional mass on the application tool: 500 g;
- subjection: 1500 cycles;
- frequency:  $65 \pm 2$  cycles/min;
- the length of subjected section: 60 mm.

Both during the performance test, and the end of the program application, the samples should be evaluated according to the requirements below:

- a lack of any signs on the surface required after 1000 cycles;
- a slightly shiny surface allowed after 1500 cycles;
- a lack of any abrasion of the TPE layer slide to the base material at any time during the testing program.

In case of inside parapet of car's door, described above, the cover of inferior lip with TPE Lubmer TM80 sliding layer, it was positive evaluated for all samples and in all regimes of climatization. Figure 7 offers details of tested samples.



Figura 7. Rezultatele testului de abraziune a stratului coextrudat glisant din TPE Lubmer TM80

Figure 7. Abrasion testing results of co-extruded layer made from sliding TPE Lubmer TM80

## 7. Concluzii

Experiența obținută în practică, în special în cadrul testelor speciale de duranță / durabilitate a componentei în automobil, arată că acoperirile cu material glisant TPE, testate și evaluate pozitiv conform metodelor de mai sus, satisfac cerințele de funcționalitate pe întreaga perioadă de viață a automobilului. Concluzia care se poate trage este că, pe lângă evaluarea optică a calității acoperirii cu material TPE glisant, testele proprietăților mecanice (abraziune) și controlul dimensional, folosite și descrise de către autori, sunt relevante și suficiente pentru asigurarea calității acestor acoperiri în cazul elementelor de etanșare a portierei automobilului. În

## 7. Conclusions

The experience obtained in practice, especially in special tests of endurance / durability for component in automotive, shows that the coatings with sliding layer TPE, tested and positive evaluated according the above methods, meets functional requirements throughout the life of the car. The conclusion that can be drawn is that, in addition to measuring optical quality with covered sliding material TPE, the tests of mechanical properties and dimensional control, used and described by authors, are relevant and sufficient for assure the quality of these coatings in case of sealing elements of car's door. In addition, the



plus, materialul glisant TPE Lubmer TM80 îndeplinește cerințele impuse de condițiile din automobil, putând fi recomandat ca o bună soluție preț/performanță pentru aplicații similare.

### 8. Perspective de cercetare

Autorii apreciază că următorul pas tehnologic va consta în aplicarea prin coextrudare a straturilor de TPE glisant pe un substrat de cauciuc sintetic (EPDM). În momentul de față aceasta nu este posibilă în producția de serie, datorită diferențelor mari de temperatură de procesare pentru cele două tipuri de materiale. Atunci când această tehnologie se va implementa în condiții de serie, calitatea acoperirilor cu material TPE glisant va trebui testată eficient și la costuri moderate. Testele descrise anterior constituie o bună bază de plecare și că își pot găsi aplicabilitatea după ușoare adaptări.

sliding TPE Lubmer TM80 material, meets the required conditions of the car, being recommended like a good solution price/performance for similar application.

### 8. Future research directions

The authors appreciate that next technological step will consist in application through co-extrude of sliding TPE layers on a substrate of synthetic rubber (EPDM). At this moment that technological view is not available in series production, due to the big differences in temperature of processing for these two types of materials. When this technology will be implemented in series conditions, the quality of coating with TPE sliding material must be tested efficient and at moderate costs. The tests described above are a good base to begin and that it can be find the applicability after easy fittings.

### References

1. Astalosch, C. (2009) *Comparison between EPDM- and TPE-extrusion*. Study for the company Fornix d.o.o., Dugi Rat/Croatia
2. Astalosch, C. (2010) *Inner waïst belt*. Project with the company Fornix d.o.o., Dugi Rat/Croatia
3. Baur, E., Brinkmann, S., Osswald, T.A., Schmachtenberg, E. (2007) *Saechtling Kunststoff Taschenbuch (Saechtling Plastics Handbook)*. Carl Hanser Verlag GmbH & CO. KG, 30. Auflage, München, ISBN-13: 978-3-446-40352-9 (in German)
4. Brändli, E., Christen, H.B. *Werkstoffe für elastische Dichtungen (Materials for Elastic Seals)*. Available from: <http://www.kunststoff-schweiz.ch/Downloads/Werkstoffe.pdf>, Accessed: 16/05/2012 (in German)
5. Chiru, A., Scutaru, M.L., Vlase, S., Cofaru, C. (2010) *Materiale plastice și compozite în ingineria autovehiculelor (Plastics and composites in automotive engineering)*. Editura Universitatii Transilvania din Brașov, Brașov, ISBN 978-973-589-788-6 (in Romanian)
6. Eyerer, P., Hirth, T., Elsner, P. (2008) *Polymer Engineering: Technologien und Praxis (Polymer Engineering: Technologies and Practice)*. Springer Verlag, Berlin, 2008, ISBN 978-3-540-72402-5 (in German)
7. Poestgens, U. (2001) *Karosseriedichtsysteme für Kraftfahrzeuge (Body Sealing Systems for Motor Vehicles)*. Verlag Moderne Industrie, Landsberg am Lech 2001, ISBN 3-478-93244-0 (in German)
8. Walter, G. (1993) *Kunststoffe und Elastomere in Kraftfahrzeugen (Plastics and Elastomers in Motor Vehicles)*. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, ISBN 3-170-08833-5 (in German)

Lucrare primită în mai 2012

Received in May 2012