

Maria Rajkiewicz^{*1}, Marcin Ślącza^{**}, Jakub Czaka^{**}

Właściwości przylepne mieszanek kauczuku butylowego

Kauczuk butylowy (IIR) pełni istotną rolę w wyrobach budowlanych. Szczególna przydatność mieszanek butylowych w budownictwie spowodowana jest dobrą odpornością na działanie ozonu, niskim współczynnikiem przenikania gazów, dobrymi właściwościami elektroizolacyjnymi oraz zdolnością do tłumienia drgań. W przypadku wyrobów uszczelniających o przydatności mieszanek butylowych decydują ich właściwości przylepne. W niniejszej pracy przedstawiono zależność właściwości przylepnych mieszanek kauczuku butylowego od ilości zastosowanego oleju parafinowego oraz żywicy alkilofenolowej.

Słowa kluczowe: kauczuk butylowy, wyroby, adhezja, olej, żywica

Adhesive properties of butyl rubber compounds

Isobutylene-isoprene rubber (IIR) was blended with alkyl-phenolic resin, paraffinic oil and whiting. Mixing was conducted in a Z-Blade Mixer. Adhesive, rheological and mechanical properties were determined by standard methods. A good adhesion and loop tack of the blends to steel plates was achieved.

Key words: isobutylene-isoprene rubber, products, adhesive, oil, resin

1. Wprowadzenie

Mieszanki kauczuku butylowego są szeroko stosowane w przemyśle, zarówno w postaci wulkanizatów, jak i niewulkanizowanej; pełnią głównie rolę uszczelniającą w oponach, węzłach parowych, uszczelnkach, kitach, uszczelniaczach i pokryciach dachowych. Ze względu na małą przepuszczalność wilgoci mieszanki butylowe znalazły zastosowanie jako materiał izolacyjny w instalacjach elektrycznych [1, 2, 4, 7].

W przypadku mas uszczelniających przylepność kauczuku butylowego do większości powierzchni jest niewystarczająca. W praktyce produkcyjnej stosuje się dodatek kompatybilnych żywic oraz oleju służących poprawie adhezji oraz napełniacza mineralnego celem obniżenia kosztów mieszanki. Mieszanki komercyjne są dostępne w postaci taśm, klejów termoplastycznych (hot-melt) oraz w postaci rozpuszczalnikowej [1]. Zaletą w przypadku mieszanek rozpuszczalnikowych jest łatwość dozowania uszczelniaczy na bazie kauczuków wielkocząsteczkowych. Najpowszechniej stosowanym rozpuszczalnikiem jest spirytus mineralny (stanowiący mieszaninę parafiny, cykloparafin i węglowodorów aromatycznych, używany jako tani i bezwonny rozpuszczalnik). Ze względu na koszt odparowania rozpuszczalnika oraz szkodliwe oddziaływanie na środowisko, uszczelniacze rozpuszczalnikowe są stopniowo wycofywane z użycia. W przypadku mieszanek termoplastycznych

konsystencja regulowana jest zawartością plastyfikatorów – do kauczuku butylowego stosuje się olej parafinowy lub naftenowy.

2. Bezrozzpuszczalnikowe uszczelniacze butylowe

Termoplastyczne mieszanki uszczelniające zazwyczaj zawierają w swoim składzie znaczną ilość napełniacza (100-800 części na 100 części bazowego elastomeru). Dodatek napełniacza stosowany jest głównie ze względów ekonomicznych w celu obniżenia kosztów finalnej mieszanki. Zwiększanie zawartości napełniacza powoduje wzrost twardości mieszanki, pogorszenie właściwości mechanicznych przy wysokim napełnieniu oraz obniżenie właściwości adhezyjnych.

Oprócz kauczuku butylowego jako bazowy elastomer stosowany jest również poliizobutylen (PIB). Masy cząsteczkowe IIR, jak i PIB stosowanych w mieszanke mają istotny wpływ na właściwości przetwórcze oraz użytkowe wyrobu.

PIB lub IIR o średniej i wysokiej masie cząsteczkowej (200 000-1 100 000) stosuje się jako bazę zapewniającą dobre właściwości mechaniczne mieszanki. Mimo stosunkowo dobrej przylepności samego bazowego elastomeru konieczny jest dodatek żywic w celu poprawienia adhezji. W przypadku IIR oraz PIB do poprawy kleistości najczęściej stosowane są żywice węglowodorowe C₅, estry kalafonii, żywice politerpenowe oraz kumarono-indenowe.

Kolejną metodą poprawienia przylepności jest dodatek plastyfikatorów. Regulują one twardość mieszanki oraz adhezję, jednak ich dodatek powoduje znaczne obniżenie kohezji materiału. Do najpowszechniej stoso-

^{*} Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Oddział Elastomerów i Technologii Gumi w Piastowie

^{**} AIB Ślącza, Szpura, Dytko spółka jawna

¹ Kierownik Zakładu Badawczego Kompozytowych Materiałów Elastomerowych

wanych plastyfikatorów zalicza się oleje parafinowe i naftenowe [4, 5, 6, 8].

W przypadku materiałów przyklepanych rozważyć trzeba mechanizm wiązania z powierzchnią oraz odrywania od powierzchni podłoża. Zapewnienie optymalnego zwilżania wymaga, aby napięcia powierzchniowe materiału i podłoża były zbliżone. Odrywanie polega na deformacji warstwy materiału (rozciąganie), a następnie oddzieleniu od powierzchni podłoża.

Wpływ składników mieszanki na przylepność jest następujący: Zwiększenie masy cząsteczkowej bazy elastomerowej zwiększa G' oraz G'' , obniża więc zdolność do wiązania z powierzchnią (tłumaczy to lepszą przylepność małowielkocząsteczkowego PIB i IIR do podłoża). Dodatek kompatybilnej żywicy powoduje podwyższenie temperatury przejścia szklanego (T_g) mieszanki – skutkuje to wzrostem G'' . Kolejnym efektem dodatku żywicy jest rozcieńczenie bazowego elastomeru, co powoduje zmniejszenie G' . Dodatek plastyfikatora rozcieńcza elastomer oraz obniża T_g mieszanki, wywołując spadek G' oraz G'' . Prowadzi to do zwiększenia przylepności, jednak obniża kohezję materiału [3].

3. Część doświadczalna

3.1. Surowce

W badaniach technologicznych mieszanek stosowano kauczuk butylowy o lepkości Mooneya ML(1+8) 51 ± 5 MU oraz stopniu nienasyconienia 1,85% (prod. Lanxess). Wykorzystano żywicę o temperaturze mięknięcia 55-75°C, olej o lepkości kinematycznej w 40°C w zakresie 62-88 cSt oraz jako napelniacz kredę o średniej wielkości ziarna 2,5 μm i wilgotności 0,2%.

Tabela 2. Wyniki badań lepkości Mooneya mieszanek serii SB

Table 2. Mooney viscosity data for SB mixtures

Symbol / Właściwość	SB-1	SB-2	SB-3	SB-4	SB-5	SB-6	SB-7	SB-8	SB-9	SB-10
Plastyczność Mooneya ML max., temp. 50°C	63,4	46,0	37,8	56,5	47,2	47,2	35,5	9,35	44,9	34,2
Plastyczność Mooneya ML min. temp. 50°C	52,2	39,9	32,6	45,1	39,4	39,4	30,1	44,6	36,0	28,7

Tabela 3. Właściwości mieszanek serii SB

Table 3. Properties of SB compounds

Symbol / Właściwość	SB-1	SB-2	SB-3	SB-4	SB-5	SB-6	SB-7	SB-8	SB-9	SB-10
Wskaźnik płynięcia, g/10min.	0,06	0,25	0,94	0,12	0,29	0,29	1,07	0,21	0,45	1,21
Gęstość, g/cm ³	1,62	1,59	1,54	1,59	1,57	1,57	1,54	1,52	1,52	1,51
Przyczepność pocz. (adhezja), N	8,75	9,53	8,02	7,39	8,81	8,81	8,86	6,58	11,38	14,23
Siła klejenia (kohezja), N	37,16	35,63	28,59	43,99	39,72	39,72	30,60	37,79	38,76	33,49
Siła niszcząca masa+metal, N	107	94	71	86	89	83	83	83	82	72
Wytrzymałość, MPa	0,111	0,098	0,073	0,09	0,093	0,086	0,086	0,086	0,085	0,075
Sztynność masy plastycznej, N	79	55	35	63	47	37	37	37	48	32

3.2. Metodyka badań

Mieszanki uszczelniające przygotowano z zastosowaniem kuczuku butylowego oraz poliizobutyleny zgodnie z przeznaczeniem i wymaganiami technicznymi użytkowników (niska przepuszczalność gazów, trwała przyczepność, elastyczność w niskich temperaturach). Wykonano serie mieszanek próbnych (odpowiednio po 10 dla każdego z bazowych elastomerów) o zmiennej ilości składników: oleju i żywicy (składnika I i składnika II) wg tabeli 1. Właściwości reologiczne mieszanek (plastyczność) oznaczono za pomocą aparatu Mooneya MV 2000E.

Tabela 1. Zmiana dwóch składników w mieszance kuczukowej

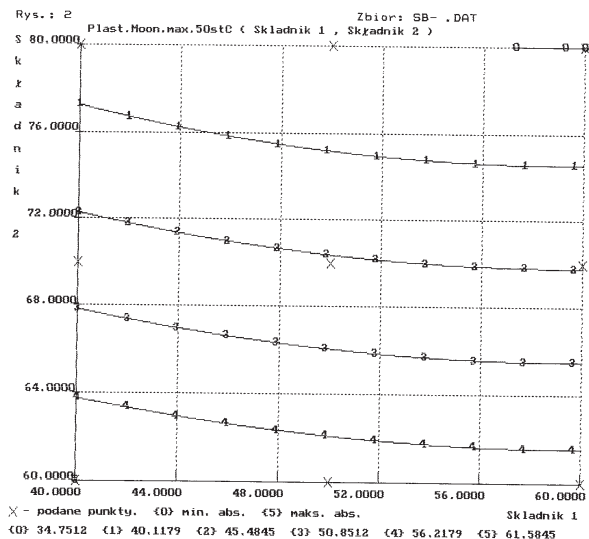
Table 1. Change of two components in the rubber compound

Symbol	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Składnik I	40	40	40	50	50	50	50	60	60	60
Składnik II	60	70	80	60	70	70	80	60	70	80

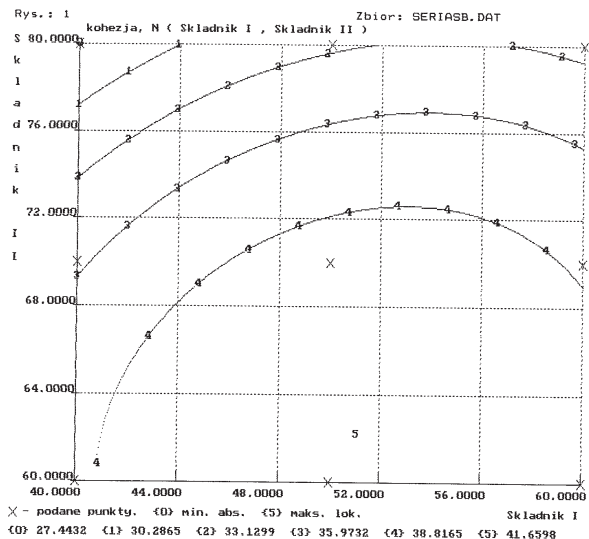
Właściwości mieszanek oznaczono wg norm: wskaźnik szybkości płynięcia – ISO 1133:2002, plastyczność Mooneya – PN ISO 289-1: 2007, gęstość – PN ISO 2781 + AC1:1996 met. A, sztywność – metodą opracowaną w Oddziale EiTG, wytrzymałość (T_{sb}) wg PN-ISO-37:98.

Siłę klejenia 180°, odrywanie od metalu, przyczepność początkową „loop tack” oznaczono na podstawie norm FINAT 1 i FINAT 9.

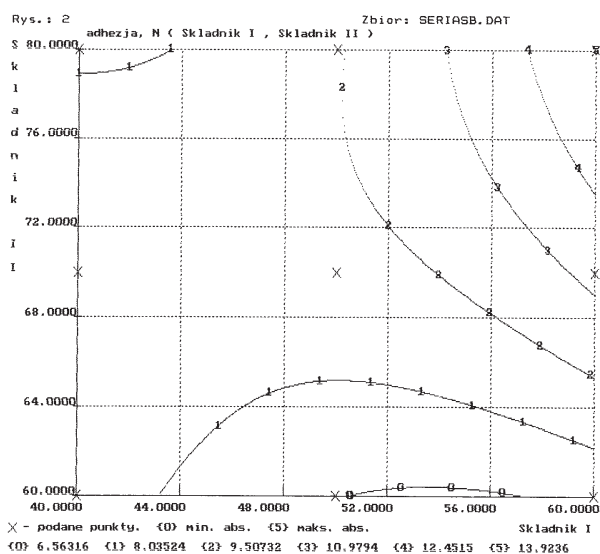
Do oceny wyników badań zastosowano program komputerowy ANALIZA, wykorzystujący metodę aproksymacyjną. Program ten umożliwia sporządzenie wykresów konturowych przedstawiających krzywe łączące punkty o tych samych wartościach właściwości.



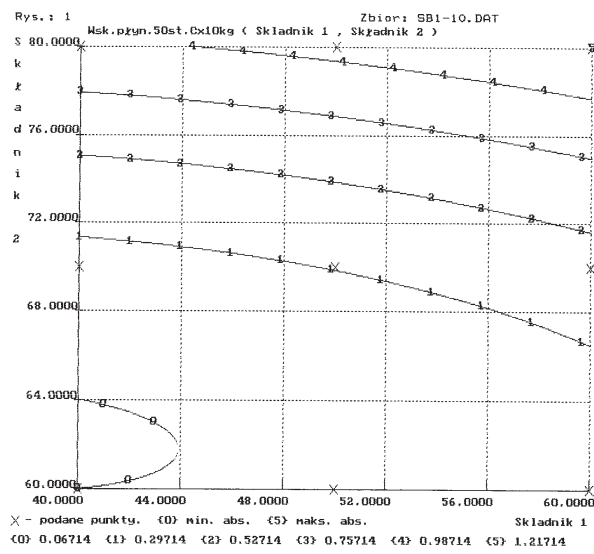
Rys. 1. Wpływ Składnika I i Składnika II na plastyczność Mooneya, ML mieszanek serii SB
Fig. 1. Effect of the I and II components on the Mooney plasticity, ML



Rys. 3. Wpływ Składnika I i Składnika II na odrywanie (kohezję, N) mieszanek serii SB
Fig. 3. Effect of the I and II components on the cohesion, N



Rys. 2. Wpływ Składnika I i II na przyczepność (adhezję, N) mieszanek serii SB
Fig. 2. Effect of the I and II components on the adhesion, N



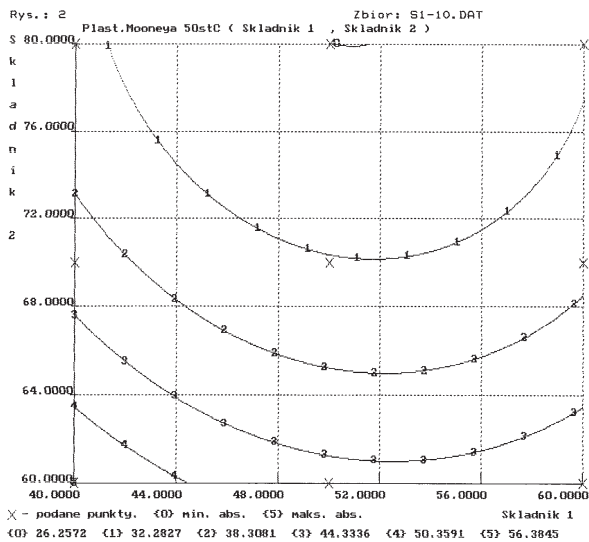
Rys. 4. Wpływ Składnika I i II na wskaźnik płynięcia, g/10 min. mieszanek serii SB
Fig. 4. Effect of the I and II components on the index flow, g/10min

Tabela 4. Wyniki badań lepkości Mooneya mieszanek serii S
Table 4. Mooney viscosity data for S mixtures

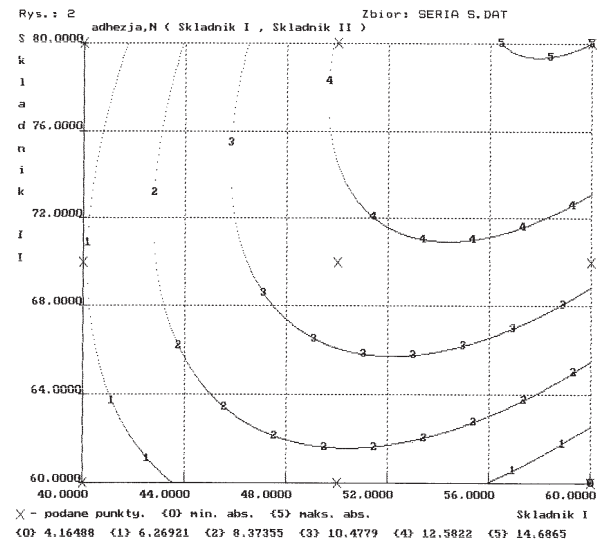
Symbol / Właściwość	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10
Plastyczność Mooneya, ML max. temp. 50°C	54,8	45,3	31,7	48,3	30,1	30,1	29,5	49,3	38,1	30,7
Plastyczność Mooneya, ML min. temp. 50°C	45,8	38,4	27,7	38,5	23,7	23,7	25,1	38,1	30,8	25,5

Tabela 5. Właściwości mieszanek serii S
Table 5. Properties of S series

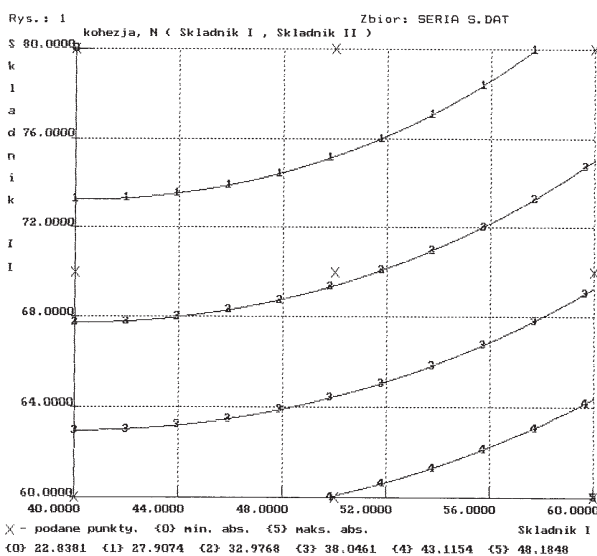
Symbol / Właściwość	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10
Wskaźnik płynięcia, g/10min	0,7	0,26	1,29	0,31	1,86	1,86	1,77	0,30	0,82	1,76
Gęstość, g/cm ³	1,55	1,56	1,55	1,58	1,42	1,42	1,55	1,55	1,53	1,51
Przyczepność pocz. (adhezja), N	4,93	6,99	3,1	5,75	11,78	11,78	14,35	5,47	10,2	14,29
Siła klejenia (kohezja), N	40,77	32,01	22,38	45,19	30,70	30,70	25,82	46,93	39,58	28,34
Siła niszcząca masa+metal, N	86	89	88	78	57	80	80	104	79	69
Wytrzymałość, MPa	0,089	0,093	0,091	0,081	0,059	0,059	0,084	0,108	0,082	0,072
Sztwność masy plastycznej, N	74	51	38	64	36	42	42	85	55	44



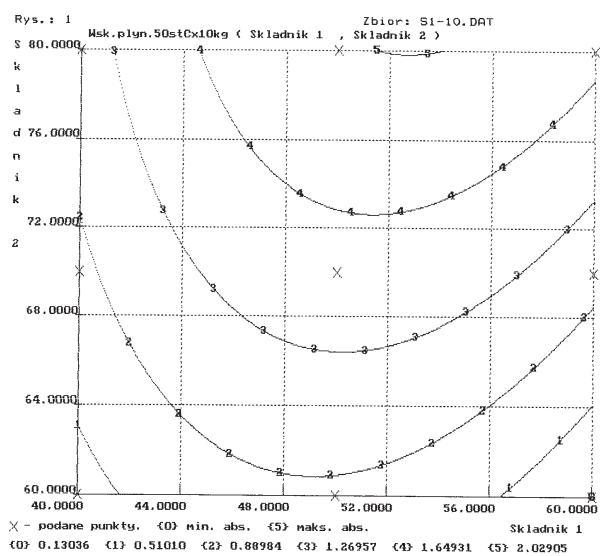
Rys. 5. Wpływ Składnika I i Składnika II na plastyczność Mooneya, ML mieszanek serii S
Fig. 5. Effect of the I and II components on the Mooney plasticity, ML



Rys. 6. Wpływ Składnika I i Składnika II na przyczepność (adhezję, N) mieszanek serii S
Fig. 6. Effect of the I and II components on the adhesion, N



Rys. 7. Wpływ Składnika I i Składnika II na odrywanie (kohezję, N) mieszanek serii S
Fig. 7. Effect of the I and II components on the cohesion, N



Rys. 8. Wpływ Składnika I i Składnika II na wskaźnik płynięcia, 10g/min. mieszanek serii S
Fig. 8. Effect of the I and II components on the index flow, g/10min.

Program ANALIZA pozwala ponadto na wyznaczenie:

- Składu kompozytu spełniającego zadane wymagania
- Składu kompozytu odpowiadającego za minimum lub maksimum podanej właściwości

W programie można analizować dowolne grupy danych wejściowych.

W przedstawionej pracy uzyskano krzywe aproksymacyjne badanych właściwości mieszanek (wskaźnika płynięcia, plastyczności Mooneya, gęstości, sztywności, odrywania od metalu, wytrzymałości, siły klejenia 180°).

4. Omówienie wyników

Badania technologiczne mieszanek uszczelniających obejmowały kauczuk butylowy o średniej masie cząsteczkowej.

Wykonano serię mieszanek o symbolu SB opartych na kauczuku butylowym. Zbadano właściwości reologiczne i mechaniczne mieszanek. Wykazano istotny wpływ dozowania oleju i żywicy na ich właściwości przylepne.

Wyniki badań przedstawiono za pomocą wykresów konturowych, które obrazują zmianę właściwości mieszanek w zależności od zawartości Składnika I i zawartości Składnika II. Niektóre z badanych właściwości w zależności od Składnika I i Składnika II przedstawiono na rysunkach 1-4.

Następnie wykonano serię mieszanek o symbolu S opartych na poliizobutylenie.

Wyniki badań przedstawiono za pomocą wykresów konturowych, które obrazują zmianę właściwości mie-

szanek w zależności od zawartości Składnika I i zawartości Składnika II. Niektóre z badanych właściwości w zależności od Składnika I i Składnika II przedstawiono na rysunkach 5 – 8.

5. Podsumowanie

Uzyskano masy lepne przeznaczone dla budownictwa, oparte na kauczukach butylowym i izobutylenowym, o niskiej plastyczności przy jednocześnie dużej adhezji (20N) i dużej kohezji masy lepnej (40N).

Literatura

1. Petrie E., *Handbook of adhesives and sealants – 2nd ed.*, McGraw-Hill, New York, 2007.
2. Dick J.S., *Rubber Technology Compounding and Testing for Performance 2nd Edition*, Carl Hanser Verlag, Munich, 2009.
3. Benedek I., *Handbook of Pressure-Sensitive Adhesives and Products Fundamentals of Pressure Sensitivity*, Taylor&Francis Group, Boca Raton, 2009, 5.
4. Benedek I., *Handbook of Pressure-Sensitive Adhesives and Products Technology of Pressure-Sensitive Adhesives and Products*, Taylor&Francis Group, Boca Raton, 2009, 4.
5. Benedek I., *Pressure-Sensitive Formulation*, VSP BV, Zeist, 2000, 159-160.
6. *Sealant Formulation Guide*, Royal Elastomers.
7. White J.R., S.K. De S.K., *Rubber Technologist's Handbook*, RAPRA Technology Ltd. 2001, 64-66, 499-510.
8. Pat. USA US 2005/0147813 (2005).

TORIMEX – CHEMICALS Laureatem I miejsca



Firma Torimex – Chemicals Ltd Sp. z o.o. – dystrybutor chemikaliów i surowców znanych światowych koncernów chemicznych głównie dla przemysłu gumowego, a ostatnio również urządzeń pomiarowych do badania gumy i tworzyw sztucznych – została Laureatem I miejsca w tegorocznym Rankingu Firm Rodzinnych w kategorii małych firm z regionu łódzkiego, organizowanym przez Newsweek Polska. W ten sposób Firma została uhonorowana i uznana za najlepszą i najszybciej rozwijającą się polską firmą rodzinną w tym regionie. Zdobyła też kilkakrotnie Gazetę Biznesu w rankingu wyróżniających się i najdynamiczniej rozwijających się małych i średnich firm. Spółka Torimex – Chemicals uzyskała również Certyfikat „Przejrzysta Firma” nadany przez Dun and Bradstreet Poland, który jest wyrazem wiarygodności i uczciwości finansowej firmy.

Właścicielom i Pracownikom Torimex – Chemicals Ltd Sp. z o.o. gratulujemy prestiżowych wyróżnień oraz życzymy pomyślności i dalszych sukcesów biznesowych.

Redakcja czasopisma „Elastomery”
Oddział Elastomerów i Technologii Gumy w Piastowie Instytutu IMPiB