

19. Międzynarodowa Konferencja **19th International Conference** **ELASTOMERY 2026**



Związani z gumą – elastomery dziś i jutro
Connected with rubber – elastomers today and tomorrow

Warszawa, 27-29 maja 2026



Łukasiewicz

Instytut Materiałów Polimerowych

ODKRYWAMY TAJEMNICE POLIMERÓW, ELASTOMERÓW, GUMY, FARB, LAKIERÓW I KLEJÓW



AKREDYTOWANE LABORATORIA

Badania materiałów i wyrobów wykonywane w laboratoriach akredytowanych przez Polskie Centrum Akredytacji



BADANIA I ROZWÓJ

Wytwarzanie materiałów polimerowych, elastomerów, gumy, farb, lakierów i klejów. Badania, testowanie procesów, produkcja wyrobów specjalistycznych i certyfikacja



TECHNOLOGIA I MASZyny

Projektowanie i produkcja linii technologicznych, urządzeń i narzędzi do przetwórstwa i recyklingu materiałów polimerowych



WARSZTATY SPECJALISTYCZNE

Warsztaty teoretyczne i praktyczne z zakresu polimerów, farb, powłok, elastomerów, gumy i klejów

TORUŃ

PASTÓW

GLIWICE



■ Centrum Przetwórstwa
Tworzyw Polimerowych

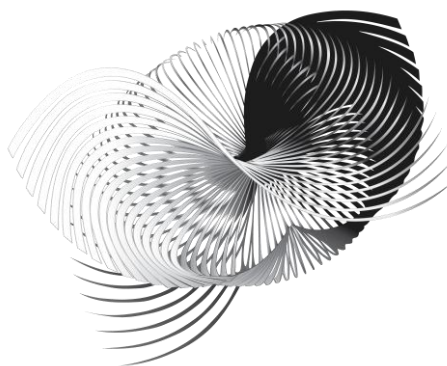
■ Centrum Elastomerów i Gumi

■ Centrum Farb i Tworzyw

■ Centrum Materiałów
Poligraficznych

impib.lukasiewicz.gov.pl

19. Międzynarodowa Konferencja
19th International Conference



ELASTOMERY 2026

Związani z gumą – elastomery dziś i jutro
Bonded with rubber – elastomers today and tomorrow

Warszawa, 27-29.05.2026

Redakcja: *Kazimierz Dąbrowski, Urszula Pawłowska*

Tłumaczenie: *LIDEX Sp. z o.o.*

Skład: *Kazimierz Dąbrowski, Przemysław Śleboda*

Druk i oprawa: *Drukomatic*

Reklamy nadesłane przez sponsorów.

Książka zawiera materiały nadesłane przez uczestników konferencji.

Advertisements sent by sponsors.

Book contains materials sent by participants of the conference.

Wydanie pierwsze, Piastów 2026

ISBN 978-83-63555-61-0

Wydawca:

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Materiałów Polimerowych

Centrum Elastomerów i Gumy w Piastowie

05-820 Piastów, ul. Harcerska 30

elastomery2026@impib.lukasiewicz.gov.pl

elastomery2026.impib.lukasiewicz.gov.pl





Politechnika Łódzka
Instytut Technologii Polimerów i Barwników



Minister Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



Projekt finansowany ze środków budżetu państwa, przyznanych przez
Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach Programu Wektory Nauki.



Marcin Kulasek
Minister Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

PATRON HONOROWY:



Marszałek
Województwa
Mazowieckiego

Patronat Honorowy
Prezesa Centrum Łukasiewicz



Patronat honorowy / Honorary patronage



PATRONAT HONOROWY

Rektor Politechniki Gdańskiej
prof. dr hab. inż. Krzysztof Wilde



RADA GŁÓWNA
INSTYTUTÓW BADAWCZYCH

Patroni medialni / Media Patronage



**przemysł
chemiczny**

POLIMERY

Sponsorzy konferencji / Conference sponsors

Sponsor Platynowy / Platinum Sponsor



Sponsor Złoty / Gold Sponsor



Sponsor Srebrny / Silver Sponsor



Sponsor Indywidualny / Individual Sponsor



Komitet Organizacyjny

Marlena Maślanka – Honorowa Przewodnicząca

Monika Malesa – Przewodnicząca

Monika Andrzejewska

Rafał Anyszka

Kazimierz Dąbrowski

Dominik Kowalczyk

Marcin Maślowski

Michał Okraska

Urszula Pawłowska

Anna Sowińska-Baranowska

Agnieszka Staniszevska

Komitet Naukowy

prof. Dariusz M. Bieliński *Politechnika Łódzka (PL)*
Przewodniczący

prof. Anke Blume *Uniwersytet w Twente (NL)*

prof. Anna Boczkowska *Politechnika Warszawska (PL)*

prof. James Busfield *Uniwersytet Królowej Marii w Londynie (UK)*

prof. Janusz Datta *Politechnika Gdańska (PL)*

dr inż. Cezary Dębek *Łukasiewicz – Instytut Materiałów Polimerowych (PL)*

prof. Maurizio Galimberti *Politechnika Mediolańska (IT)*

prof. Ulrich Giese *Niemiecki Instytut Technologii Gumy (DE)*

prof. Ivan Hudec *Słowacki Uniwersytet Techniczny w Bratysławie (SK)*

prof. Magdalena Maciejewska *Politechnika Łódzka (PL)*

prof. Anna Masek *Politechnika Łódzka (PL)*

prof. Elżbieta Piesowicz *Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny (PL)*

prof. Sven Wießner *Instytut Leibniza ds Badań Polimerów w Dreźnie (DE)*

dr inż. Tomasz Żuk *Łukasiewicz – Instytut Materiałów Polimerowych (PL)*

Organizing Committee

Marlena Maślanka – *Honorary Chairwoman*

Monika Malesa – *Chairwoman*

Monika Andrzejewska

Rafał Anyszka

Kazimierz Dąbrowski

Dominik Kowalczyk

Marcin Maślowski

Michał Okraska

Urszula Pawłowska

Anna Sowińska-Baranowska

Agnieszka Staniszevska

Scientific Committee

prof. Dariusz M. Bieliński
Chairman

Lodz University of Technology (PL)

prof. Anke Blume

University of Twente (NL)

prof. Anna Boczkowska

Warsaw University of Technology (PL)

prof. James Busfield

Queen Mary University of London (UK)

prof. Janusz Datta

Gdańsk University of Technology (PL)

PhD Eng. Cezary Dębek

Łukasiewicz – Institute of Polymer Materials (PL)

prof. Maurizio Galimberti

Politecnico di Milano (IT)

prof. Ulrich Giese

Deutsches Institut für Kautschuktechnologie (DE)

prof. Ivan Hudec

Slovak University of Technology in Bratislava (SK)

prof. Magdalena Maciejewska

Lodz University of Technology (PL)

prof. Anna Masek

Lodz University of Technology (PL)

prof. Elżbieta Piesowicz

West Pomeranian University of Technology (PL)

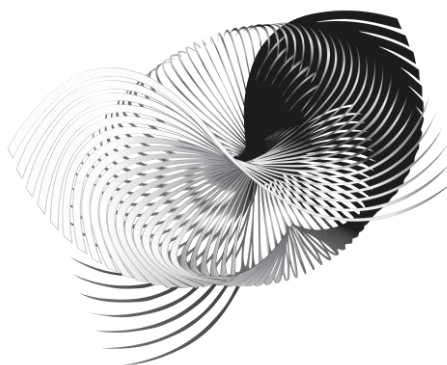
prof. Sven Wießner

Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden (DE)

PhD Eng. Tomasz Żuk

Łukasiewicz – Institute of Polymer Materials (PL)

Program konferencji
Conference Program



ELASTOMERY 2026

Środa, 27 maja 2026

8:30-10:00 Rejestracja

10:00-12:00 Sesja 1 Elastomery – perspektywy i innowacje

Przewodniczący: *Monika Malesa, Dariusz Bieliński*

- 10:00-10:15 Otwarcie konferencji
- 10:15-10:55 **PL1** *Perspektywy i rozwój przemysłu gumowego – Ulrich Giese*
- 10:55-11:15 **KL1** *Nanokompozyty z nanorurkami węglowymi jako podatne elektrody dla elastomerów dielektrycznych – Anna Boczkowska*
- 11:15-11:30 **CL1** *Ablatory na bazie elastomerów zdolnych do ceramizacji – Rafał Anyszka*
- 11:30-11:45 **CL2** *Próba wpływania na T_g przez niskotemperaturową wulkanizację mieszanek BR/VMQ do zastosowań marsjańskich – Norbert Nizel*
- 11:45-12:00 **CL3** *Wzmacnianie przyszłych liderów branży gumowej: oferta dla organizacji studenckich afiliowanych przy ACS Rubber Division – Ashli Speed*

12:00-12:30 Przerwa kawowa

12:30-14:00 Sesja 2 Zrównoważony rozwój przemysłu gumowego

Przewodniczący: *Ulrich Giese, Anna Boczkowska*

- 12:30-12:50 **KL2** *Biokompozyty elastomerowe – wytwarzanie, modyfikacja, charakterystyka i właściwości – Marcin Masłowski*
- 12:50-13:10 **KL3** *Lignina jako napelniając wzmacniający w elastomerach niepolarnych – Amit Das*
- 13:10-13:25 **CL4** *Postępy w obszarze elastomerów z udziałem funkcjonalnych biokomponentów i biododatków – Anna Sowińska-Baranowska*
- 13:25-13:40 **CL5** *Działania na rzecz zrównoważonego rozwoju przy bieżnikowaniu opon – Andre Hamerski*
- 13:40-13:55 **CL6** *Wyzwania przy projektowaniu mieszanek gumowych dotyczące równowagi pomiędzy zrównoważonym rozwojem a charakterystyką eksploatacyjną opon – Priyanka Sekar*

Wednesday, May 27, 2026

8:30-10:00 Registration

10:00-12:00 Session 1 *Elastomers – Perspectives & Innovations*

Chairpersons: *Monika Malesa, Dariusz Bieliński*

10:00-10:15 Opening of the Conference

10:15-10:55 **PL1** *Perspectives & developments in the rubber industry – Ulrich Giese*

10:55-11:15 **KL1** *Nanocomposites with carbon nanotubes as compliant electrodes for dielectric elastomers – Anna Boczkowska*

11:15-11:30 **CL1** *Elastomer-based ceramizable ablators for flexible aeroshells – Rafał Anyszka*

11:30-11:45 **CL2** *Attempt at influencing T_g transition through low-temperature vulcanization of BR/VMQ blends for Mars environment – Norbert Nizel*

11:45-12:00 **CL3** *Empowering tomorrow's elastomer leaders: The value of Rubber Division ACS Student Chapters & industry opportunities. – Ashli Speed*

12:00-12:30 Coffee break

12:30-14:00 Session 2 *Sustainable development of rubber industry*

Chairpersons: *Ulrich Giese, Anna Boczkowska*

12:30-12:50 **KL2** *Elastomeric biocomposites – preparation, modifications, characterization and properties – Marcin Masłowski*

12:50-13:10 **KL3** *Lignin as a reinforcing filler in nonpolar elastomers – Amit Das*

13:10-13:25 **CL4** *Advances in elastomers based on functional bio-additives and components – Anna Sowińska-Baranowska*

13:25-13:40 **CL5** *Sustainability actions in tire retreading – Andre Hamerski*

13:40-13:55 **CL6** *Engineering challenges in balancing sustainability and performance in tire compounds – Priyanka Sekar*

Środa, 27 maja 2026

14:00-15:00 Obiad

15:00-16:50 Sesja 3 Procesy technologiczne w przemyśle gumowym

Przewodniczący: *Elżbieta Piesowicz, Józef Haponiuk*

15:00-15:40 **PL2** *Od lepkośćprężystości gumy do opon i generowania ścieru – Radek Stoček*

15:40-16:00 **KL4** *Promotory przetwórstwa wspomagające wulkanizację elastomerów – Magdalena Maciejewska*

16:00-16:20 **KL5** *Przetwarzanie kauczuku naturalnego – metody, porównanie i konsekwencje – Drahomir Čadek*

16:20-16:35 **CL7** *Wyzwania europejskiego przemysłu gumowego – perspektywa przemysłowa – Agnieszka Zadrużyńska*

16:35-16:50 **CL8** *Od ewolucji do rewolucji – funkcjonalna chemia addytywna dostosowana do ekstremalnych wyzwań przetwarzania – Robert Kobel-Bryk*

17:30-20:00 Sesja posterowa/Koktajl

Przewodniczący: *Janusz Datta, członkowie Komitetu Naukowego*

Wednesday, May 27, 2026

14:00-15:00 Lunch

15:00-16:50 Session 3 Technological processes in rubber industry

Chairpersons: *Elżbieta Piesowicz, Józef Haponiuk*

- 15:00-15:40 **PL2** *From rubber viscoelasticity to tire and wear particle emission – Radek Stoček*
- 15:40-16:00 **KL4** *Processing additives supporting vulcanization of elastomers – Magdalena Maciejewska*
- 16:00-16:20 **KL5** *Processing of natural rubber – methods, comparison, influences – Drahomir Čadek*
- 16:20-16:35 **CL7** *Challenges of the European rubber industry – an industrial perspective – Agnieszka Zadrużyńska*
- 16:35-16:50 **CL8** *From Evolution to Revolution – functional additive chemistry adapted to extreme processing challenges – Robert Kobel-Bryk*

17:30-20:00 Poster Session/Cocktail

Chairperson: *Janusz Datta, members of the Scientific Committee*

Czwartek, 28 maja 2026

9:00-10:30 Sesja 4 Dewulkanizacja i recykling wyrobów gumowych

Przewodniczący: *Maurizio Galimberti, Amit Das*

- 9:00-9:40 **PL3** *Możliwości i wyzwania związane z recyklingiem gumy – Anke Blume*
- 9:40-10:00 **KL6** *Wykorzystanie niskotemperaturowej dewulkanizacji zużytych opon za pomocą wytłaczarki w celu uzyskania zrównoważonych materiałów – Józef Haponiuk*
- 10:00-10:15 **CL9** *Stosowanie soli fluorkowych w wulkanizacji siarkowej oraz dewulkanizacji kauczuków dienowych – Jakub Wręczycki*
- 10:15-10:30 **CL10** *Aktywacja GTR przez napromieniowanie mikrofalowe oraz jej zastosowanie w formulacjach bieżnikowych opon terenowych – Zdeněk Hrdlička*

10:30-11:00 Przerwa kawowa

11:00-12:00 Sesja sponsorska A

Przewodniczący: *Martin Frühauf (Werba), Tomasz Żuk*

- 11:00-11:30 **SL1** *WerbaBlend TG-R: Bio-pochodny plastyfikатор gumy łączący poprawę wydajności przetwarzania z lepszą wydajnością dynamiczną – Petr Konecny*
- 11:30-12:00 **SL2** *BARBE Group Company, Matthias Rumpf*

12:00-13:45 Sesja 5 Napelniacze, wzmacnianie i sieciowanie kauczuków

Przewodniczący: *Anke Blume, Janusz Datta*

- 12:00-12:40 **PL4** *Zniwelowanie luk w kompozytach elastomerowych poprzez funkcjonalizację – Maurizio Galimberti*
- 12:40-13:10 **KL7** *Wykorzystanie biopolimerów w mieszankach gumowych: od przetwarzania po gospodarkę odpadami – Ivan Hudec*
- 13:10-13:25 **CL11** *Wybrane krzemiany naturalne: podejście do zrównoważonej innowacji – Marek Gardavsky*
- 13:25-13:40 **CL12** *Wpływ różnych zmodyfikowanych napelniaczy na właściwości antybakteryjne i fizyko-mechaniczne NBR – Katarzyna Rucińska*

 Thursday, May 28, 2026

9:00-10:30 Session 4 Devulcanization & recycling of rubberChairpersons: *Maurizio Galimberti, Amit Das*

- 9:00-9:40 **PL3** *Opportunities and challenges of rubber recycling – Anke Blume*
- 9:40-10:00 **KL6** *Leveraging the extruder-based low-temperature devulcanization of waste tire rubber towards sustainable materials – Józef Haponiuk*
- 10:00-10:15 **CL9** *Application of fluoride salts in sulfur vulcanization and devulcanization of diene rubbers – Jakub Wręczycki*
- 10:15-10:30 **CL10** *Activation of GTR by microwave irradiation & application in off-road tire tread formulations – Zdeněk Hrdlička*

10:30-11:00 Coffee break**11:00-12:00 Sponsor session A**Chairpersons: *Martin Frühauf (Werba), Tomasz Żuk*

- 11:00-11:30 **SL1** *WerbaBlend TG-R: A Bio-Based Rubber Plasticizer Combining Improved Processing Efficiency with Enhanced Dynamic Performance – Petr Konecny*
- 11:30-12:00 **SL2** *BARBE Group Company – Matthias Rumpf, BARBE*

12:00-13:45 Session 5 Fillers, reinforcement and curing of rubbersChairpersons: *Anke Blume, Janusz Datta*

- 12:00-12:40 **PL4** *Bridging the gaps in elastomer composites through functionalization – Maurizio Galimberti*
- 12:40-13:10 **KL7** *Utilization of biopolymers in rubber compounds: from processing to waste management – Ivan Hudec*
- 13:10-13:25 **CL11** *Selected natural silicates: an approach to sustainable innovation – Marek Gardavsky*
- 13:25-13:40 **CL12** *Effect of various modified fillers on the antibacterial and physico-mechanical properties of NBR – Katarzyna Rucińska*

Czwartek, 28 maja 2026

13:45-14:45 Obiad

14:45-15:30 Panel dyskusyjny

Moderatorzy: *Rafał Anyszka, Marcin Masłowski*

15:30-18:00 C Szkolenie dotyczące sadzy technicznej – Amrish Padmakumar

15:30-19:00 Czas wolny

19:00-22:00 Uroczysta kolacja

Thursday, May 28, 2026

13:45-14:45 Lunch

14:45-15:30 Discussion Panel

Moderators: *Rafał Anyszka, Marcin Masłowski*

15:30-18:00 C *Course on Carbon Black* – Amrish Padmakumar

15:30-19:00 Free time

19:00-22:00 Gala Dinner

Piątek, 29 maja 2026

9:00-10:30 Sesja 6 Techniki eksperymentalne w badaniach gumy

Przewodniczący: *Maurizio Galimberti, Magdalena Maciejewska*

- 9:00-9:30 **PL5** Zastosowanie *TD-NMR* w badaniach i technologii gumy – Juan Lopez Valentin
- 9:30-9:45 **CL13** *Nowe możliwości generowania krzywej przepływu podczas wieloprędkościowych pomiarów lepkości stacjonarnej przy użyciu wiskozymetru Mooneya firmy Gibitre. Analiza danych i porównanie z wynikami z reometru kapilarnego* – Mauro Belloni
- 9:45-10:00 **CL14** *Reometria piezorezystancyjna – nowa metoda opisywania kinetyki tworzenia się sieci w przewodzących mieszkankach gumowych* – Evghenii Harea
- 10:00-10:15 **CL15** *GC-IMS jako narzędzie badawcze w technologii gumy* – Tomasz Gozdek
- 10:15-10:30 **CL16** *Kontrola jakości od surowców do wyrobów gumowych* – Agata Domańska

10:30-11:00 Przerwa kawowa

11:00-12:10 Sesja Sponsorska B

Przewodniczący: *Anna Sowińska-Baranowska, Agnieszka Staniszevska*

- 11:00-11:15 **SS1** **Kabat** – *guma jest naszą pasją, a rozwój naszym obowiązkiem*
- 11:15-11:30 **SS2** **TORIMEX GROUP** – *dystrybucja chemii – doświadczenie i współpraca ze światem nauki i przemysłu, które budują jakość*
- SS3** **SCHILL + SEILACHER** – *ekspert w zakresie dodatków procesowych do gumy*
- SS4** **GIBITRE INSTRUMENTS** – *rozwój, produkcja i kalibracja przyrządów do badania gumy i tworzyw sztucznych*
- 11:30-11:40 **SS5** **Ludwig Nano Präzision GmbH**, *Precyzyjne badania materiałowe, zapewnienie jakości i analiza uszkodzeń dla polimerów i elastomerów*

Friday, May 29, 2026

9:00-10:30 Session 6 Experimental techniques in rubber researchChairpersons: *Maurizio Galimberti, Magdalena Maciejewska*

- 9:00-9:30 **PL5** *Time-domain NMR in rubber science and technology – Juan Lopez Valentin*
- 9:30-9:45 **CL13** *New features for generating a flow curve using multi-speed steady-state viscosity tests with the Gibitre Mooney viscometer. Data analysis & comparison with capillary rheometer – Mauro Belloni*
- 9:45-10:00 **CL14** *Piezoresistive rheometry – a new method for characterizing the kinetics of network formation in conductive rubber compounds – Evghenii Harea*
- 10:00-10:15 **CL15** *GC-IMS as a research tool in rubber technology – Tomasz Gozdek*
- 10:15-10:30 **CL16** *Quality control from raw materials to rubber products – Agata Domańska*

10:30-11:00 Coffee break**11:00-12:10 Sponsor Session B**Chairpersons: *Anna Sowińska-Baranowska, Agnieszka Staniszevska*

- 11:00-11:15 **SS1** **Kabat** – *Rubber is our passion, and development is our responsibility*
- 11:15-11:30 **SS2** **TORIMEX GROUP** – *chemical distribution – experience and collaboration with academia and industry that build the quality*
- SS3** **SCHILL + SEILACHER** – *Expert in Rubber Process Additives*
- SS4** **GIBITRE INSTRUMENTS** – *development, production and calibration of instruments for rubber and plastic testing*
- 11:30-11:40 **SS5** **Ludwig Nano Präzision GmbH**, *Precise material testing, quality assurance and failure analysis for polymers and elastomers*

Piątek, 29 maja 2026

11:40-11:50 **SS6** **Sanok Rubber Company S.A.** – producent zaawansowanych komponentów elastomerowych

11:50-12:00 **SS7** **Flexilis**, Ożywienie europejskiej produkcji surowców dla przemysłu gumowego

12:00-12:10 **SS8** **Geyer & Hosaja**, Sprawdzony partner w rozwiązaniach gumowych

11:00-12:10 Sesja popularnonaukowa

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Materiałów Polimerowych
Politechnika Łódzka

12:10-13:40 Sesja 7 Degradacja i stabilizacja wyrobów gumowych

Przewodniczący: Monika Malesa, Dariusz Bieliński

12:10-12:40 **PL6** *Proekologiczne biokompozyty elastomerowe o zwiększonej odporności na starzenie* – Anna Masek

12:40-12:55 **CL17** *Synteza i modyfikacja materiałów elastomerowych na bazie surowców pochodzenia roślinnego* – Kamila Rułka

12:55-13:10 **CL18** *Proszek z szyszek sosny jako funkcjonalny bionapełniacz elastomerów: modyfikacja, właściwości i potencjalne zastosowania* – Konrad Mrozowski

13:10-13:25 **CL19** *Rola napelniaczy nieorganicznych w stabilizacji EPDM poddanego działaniu promieniowania jonowego: charakterystyka strukturalna i spektroskopowa* – Anna Kosińska

13:25-13:40 **CL20** *Zastosowanie pigmentów odbijających podczerwień do opóźnienia czasu zapłonu kompozytów na bazie EPDM napelnionych talkiem* – Kamil Smulski

13:40-14:00 Podsumowanie i zakończenie konferencji

14:00-15:00 Obiad

Friday, May 29, 2026

- 11:40-11:50 **SS6** **Sanok Rubber Company S.A.** – *Manufacturer of Advanced Elastomer Components*
- 11:50-12:00 **SS7** **Flexilis**, *The revival of European raw-material production for the rubber industry*
- 12:00-12:10 **SS8** **Geyer & Hosaja**, *A Trusted Partner in Rubber Solutions*
- 11:00-12:10 Popular science session**
Łukasiewicz Research Network– Institute of Polymer Materials
Lodz University of Technology
- 12:10-13:40 Session 7 Degradation and stabilization of rubber products**
 Chairpersons: *Monika Malesa, Dariusz Bieliński*
- 12:10-12:40 **PL6** *Pro-ecological elastomeric biocomposites with enhanced aging resistance* – Anna Masek
- 12:40-12:55 **CL17** *Synthesis and modification of elastomeric materials based on raw materials of plant origin* – Kamila Rułka
- 12:55-13:10 **CL18** *Pine-cone powder as a functional bio-filler of elastomers: modification, properties and potential applications* – Konrad Mrozowski
- 13:10-13:25 **CL19** *Role of inorganic fillers in stabilizing EPDM under ion irradiation: structural & spectroscopic characterization* – Anna Kosińska
- 13:25-13:40 **CL20** *The use of IR-reflective pigments to delay the ignition time of talc-filled EPDM-based composites* – Kamil Smulski
- 13:40-14:00 Summary and Closing of the Conference**
- 14:00-15:00 Lunch**

Lista posterów

- P1** *Hybrydowe projektowanie kompozytów elastomerowych: podejście oparte na synergii uczenia maszynowego i weryfikacji laboratoryjnej* – Dominik Kowalczyk
- P2** *Zastosowanie termograwimetrii do kontroli jakości materiałów węglowych* – Ewa Osuchowska
- P3** *Zewnętrzne narzędzia wspierające monitorowanie istotności wyników* – Aneta Stępkowska
- P4** *Porównanie metod HS-GC-MS i IMS w analizie wulkanizacji elastomerów* – Jessica Niers
- P5** *Elastyczne powłoki na podłoża elastomerowe* – Grażyna Kamińska-Bach
- P6** *Wodorozcieńczalne wyroby lakierowe na podłoża gumowe* – Mariola Bodzek-Kochel
- P7** *Materiał izolacyjny zdolny do ceramizacji poprawiającej odporność materiałów na działanie ognia i wysokiej temperatury w trakcie pożaru przy jednoczesnym zachowaniu parametrów akustycznych* – Mateusz Imiela
- P8** *Pianki techniczne o szerokim zakresie zastosowań, wytwarzane w procesie ciągłym, sieciowane nadtlenkami* – Dominik Pietrzak
- P9** *Wielofunkcyjne hybrydowe pigmenty dla zaawansowanych, elastycznych kolorymetrycznych czujników pH w systemach elastomerowych* – Bolesław Szadkowski
- P10** *Właściwości termodynamicznie niemieszalnych kompozycji kauczuku butadienowego i silikonowego do zastosowań kosmicznych* – Witold Przewozikowski
- P11** *Wpływ dodatku nanokrzemionki na mieszanki kauczuku butadienowego i silikonowego w zastosowaniach kosmicznych* – Wiktor Szymczak
- P12** *Wpływ starzenia hydrotermicznego na właściwości mechaniczne i tribologiczne elastomerów poliuretanowych na bazie estrów i eterów* – Marta Lenartowicz-Klik
- P13** *Badanie wybranych właściwości elektrycznych i palności kauczków syntetycznych* – Izabela Gajlewicz
- P14** *Kora dębu jako naturalny bionapełniacz elastomerów – wpływ modyfikacji na właściwości biokompozytów z kauczuku naturalnego* – Konrad Mrozowski
- P15** *Nowe materiały elastomerowe wykorzystujące surowce recyklingowe do zastosowań w budownictwie lądowym* – Kazimierz Dąbrowski
- P16** *Bio-pochodne związki polipeptydowe i aminokwasy jako czynniki modyfikujące proces sieciowania elastomerów* – Mirosława Prochoń
- P17** *Wpływ łupin orzecha ziemnego na właściwości kauczuku naturalnego* – Julita Sadurska

List of posters

- P1** *Hybrid design of elastomeric composites: an approach based on the synergy of machine learning and laboratory verification* – Dominik Kowalczyk
- P2** *Application of thermogravimetry for quality control of carbon materials* – Ewa Osuchowska
- P3** *External tools supporting the monitoring of results validity* – Aneta Stępkowska
- P4** *Methodological comparison of HS-GC-MS and IMS in elastomer vulcanization analysis* – Jessica Niers
- P5** *Flexible coatings for elastomeric substrates* – Grażyna Kamińska-Bach
- P6** *Water-based varnish products for rubber substrates* – Mariola Bodzek-Kochel
- P7** *Insulation material, capable of ceramization, improving the flame and high temperature resistance of materials during fire, at the same time preserving their acoustic parameters* – Mateusz Imiela
- P8** *Wide application range, peroxide cross-linked technical foams produced in a continuous process* – Dominik Pietrzak
- P9** *Multifunctional hybrid pigments for advanced flexible colorimetric pH sensors in elastomeric systems* – Bolesław Szadkowski
- P10** *Properties of Thermodynamically Immiscible Butadiene/Silicone Rubber Blends for Space Applications* – Witold Przewozikowski
- P11** *Effects of Nanosilica Addition on Butadiene/Silicone Rubber Blends for Space Applications* – Wiktor Szymczak
- P12** *Influence of hydrothermal aging on mechanical and tribological properties of PUR based on esters and ethers* – Marta Lenartowicz-Klik
- P13** *Investigation of selected electrical and flammability properties of synthetic rubbers* – Izabela Gajlewicz
- P14** *Oak bark as a natural biofiller of elastomers – the effect on the properties of natural rubber biocomposites* – Konrad Mrozowski
- P15** *New elastomer materials using recycled raw materials for civil engineering applications* – Kazimierz Dąbrowski
- P16** *Bio-derived polypeptide compounds and amino acids as the factors modifying the process of elastomer cross-linking* – Mirosława Prochoń
- P17** *The effect of peanut shells on the properties of natural rubber* – Julita Sadurska

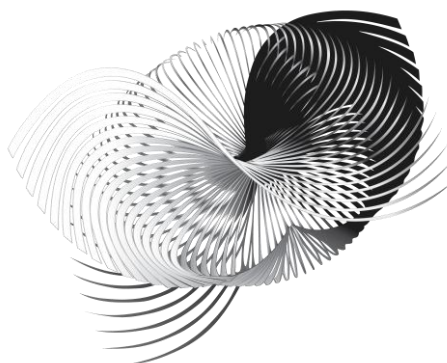
Lista posterów

- P18** *Próba wykorzystania anionu fluorkowego do dewulkanizacji gumy* – Katsiaryna Nauharodskaya
- P19** *Od ziaren do biokompozytu: zużyte fusy kawowe jako nowatorski funkcjonalny napelniaacz kauczuku* – Katsiaryna Nauharodskaya
- P20** *Właściwości wulkanizatów dienowych i nasyconych plastyfikowanych ciężką frakcją rOil* – Cezary Dębek
- P21** *Kompozyty elastomerowe modyfikowane olejkami eterycznymi – aktywność przeciwdrobnoustrojowa i właściwości użytkowe* – Urszula Pawłowska
- P22** *Migracja składników i wady wyrobów – przyczyny, skutki i strategie kontroli* – Stanisław Stokłuska
- P23** *Elastomery termoplastyczne modyfikowane pyłem EPDM* – Elżbieta Piesowicz
- P24** *Biofunkcjonalizacja napelniaaczy z wykorzystaniem naturalnego kwasu fitowego w celu opracowania zrównoważonych układów uniepalniających dla kompozytów kauczuku naturalnego* – Anna Marzec
- P25** *Hydrofobizacja powierzchni kompozytów elastomerowych metodą teksturowania laserowego* – Michał Okraska
- P26** *Projektowanie elastomerów odpornych na palenie do zastosowań przemysłowych* – Janusz Datta
- P27** *Projekty badawcze realizowane w ramach Działania 1.1.1 POIR 2014-2020* – Wojciech Kot
- P28** *Redukcja wpływu środowiskowego poprzez próbę optymalizacji zawartości ZnO w mieszankach z EPDM* – Krzysztof Kaczewiak
- P29** *Technologia styku guma-metal o niskim współczynniku tarcia, eliminująca potrzebę smarowania* – Angelika Byczkowska
- P30** *Wpływ klatkowych związków metaloorganicznych na sieciowanie i właściwości siarkowych wulkanizatów SBR* – Katarzyna Klajn
- P31** *Potencjał bionapelniaaczy z drewna w mieszankach gumowych* – Piotr Duży
- P32** *Związki pirolowe typu Janusa jako czynniki sprzęgające krzemionkę w kompozytach elastomerowych* – Maurizio Galimberti
- P33** *Wzmacnianie przyszłych liderów branży gumowej: oferta dla organizacji studentkich afiliowanych przy ACS Rubber Division* – Ashli Speed

List of posters

- P18** *An attempt to use the fluoride anion in the devulcanization of rubber* – Katsiaryna Nauharodskaya
- P19** *From bean to biocomposite: spent coffee grounds as a novel functional filler for rubber* – Katsiaryna Nauharodskaya
- P20** *Properties of diene and saturated rubber vulcanizates plasticized with a heavy fraction of rOil* – Cezary Dębek
- P21** *Elastomeric composites modified with essential oils – antimicrobial activity and functional properties* – Urszula Pawłowska
- P22** *Migration of components and product defects – causes, effects, and control strategies* – Stanisław Stokłuska
- P23** *Thermoplastic elastomers modified with EPDM fine powder* – Elżbieta Piesowicz
- P24** *Bio-functionalization of fillers using natural phytic acid to develop sustainable flame-retardant systems for natural rubber composites* – Anna Marzec
- P25** *Hydrophobization of the surface of elastomeric composites by laser texturing* – Michał Okraska
- P26** *Designing flame-retardant elastomers for industrial applications* – Janusz Datta
- P27** *Research projects carried out under Action 1.1.1 of the POIR 2014-2020 Programme* – Wojciech Kot
- P28** *Reducing environmental impact by optimizing the ZnO content in EPDM mixtures* – Krzysztof Kaczewiak
- P29** *Low friction rubber-to-metal contact technology, eliminating the need for lubrication* – Angelika Byczkowska
- P30** *Influence of metal-organic frameworks on crosslinking and properties of SBR sulphur vulcanizates* – Katarzyna Klajn
- P31** *The potential of wood biofillers in rubber compounds* – Piotr Duży
- P32** *Janus pyrrole compounds as coupling agents for silica in elastomer composites* – Maurizio Galimberti
- P33** *Empowering Tomorrow's Elastomer Leaders: The Value of Rubber Division ACS Student Chapters & Industry Opportunities* – Ashli Speed

Streszczenia wystąpień
Abstracts of speeches



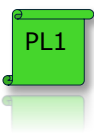
ELASTOMERY 2026

**Ulrich Giese***Niemiecki Instytut Technologii Kauczuku*

ulrich.giese@dikauschuk.de

Perspektywy i kierunki rozwoju w przemyśle gumowym

Wymagania dotyczące jakości, wydajności technicznej oraz zgodności z nowymi przepisami dotyczącymi produktów elastomerowych stanowią poważne wyzwania dla przemysłu gumowego, zwłaszcza w kontekście wdrażania agendy UE „Zielony Ład”. Jedną z kluczowych technologii jest wykorzystanie zielonego wodoru. Jednakże wykorzystanie wodoru wiąże się z ryzykiem ze względu na wysokie ciśnienia wymagane w systemach magazynowania oraz negatywny wpływ korozji wodorowej materiałów metalicznych, a także wysoką szczelność na przenikanie stosowanych uszczelnień elastomerowych. W związku z tym opracowywane są elastyczne, wodoroszczelne powłoki ochronne i materiały uszczelniające. Biorąc pod uwagę cel dekarbonizacji oraz konieczność redukcji emisji gazów cieplarnianych i paliw kopalnych w produktach elastomerowych, niezbędne jest zastępowanie ich materiałami odnawialnymi. Ponadto, wdrożenie założeń gospodarki o obiegu zamkniętym stanowi przyszły problem dla przemysłu gumowego oraz jego surowców i produktów, który dotychczas został rozwiązany jedynie częściowo pod względem technicznym. Stosowanie procesów recyklingu zgodnych ze stanem wiedzy technicznej i wymaganiami jakościowymi skutkuje obecnie wykorzystaniem jedynie stosunkowo niewielkiej ilości zużytej gumy w nowych produktach. Nowe regulacje i działania w ramach REACH prowadzą do wysokich wymagań dotyczących substytutów dla niezbędnych składników elastomerów. Szczególną uwagę zwraca się na substancje z klasy przeciwutleniaczy, chemikalia sieciujące, takie jak DPG, bisfenole i inne, węglowodory polifluorowane (PFAS), ale także policykliczne węglowodory aromatyczne, zwłaszcza w przypadku produktów konsumenckich i granulatów gumowych. Skuteczne w tym względzie okazuje się unikanie odpadów z produkcji oraz optymalizacja jakości produktów elastomerowych poprzez cyfryzację procesów z wykorzystaniem narzędzi analitycznych „in situ” i baz danych.

PL1**Ulrich Giese***Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e. V.*
ulrich.giese@dikautschuk.de

Perspectives and developments in the rubber industry

The requirements in quality, technical performance and in compliance with new regulations of elastomer products pose major challenges for the rubber industry, especially in the implementation of the EU's "Green Deal" agenda. One key technology is the use of green hydrogen. But the use of hydrogen is associated with risks due to the high pressures required in storage systems and the negative effect of hydrogen corrosion of metallic materials as well as the high permeation tightness of the elastomer seals used. Accordingly, elastic hydrogen-tight protective coatings and sealing materials are developed. Considering the aim of decarbonization and the avoidance of greenhouse gases and fossil raw materials in elastomer products, the substitution using renewable materials is necessary. Furthermore, the implementation of the circular economy represents a future problem for the rubber industry and its raw materials and products that has so far only been partially solved in technical terms. The use of recycling processes in accordance with the state of the art and quality requirements currently results in only a relatively small amount of waste rubber being used in new products. New regulations and efforts in REACH lead to high requirements regarding substitutes for indispensable elastomer ingredients. Special attention is paid to substances from the class of antioxidants, crosslinking chemicals like DPG, bisphenols and others, polyfluorinated hydrocarbons (PFAS), but also polycyclic aromatics, especially with consumer products and rubber granulates. Avoiding waste from production and optimizing the elastomer product quality process digitalization using "in situ"-analytical tools and databases are efficient tools.



Anna Boczkowska, Paulina Latko-Durałek, Kamil Dydek

Politechnika Warszawska

anna.boczkowska@pw.edu.pl

Nanokompozyty z nanorurkami węglowymi jako podatne elektrody dla elastomerów dielektrycznych

Elastomery dielektryczne to inteligentne materiały, które mogą zmieniać swój kształt i rozmiar pod wpływem zewnętrznego pola elektrycznego. Wymuszone zmiany zanikają po wyłączeniu prądu elektrycznego, a materiał wraca do swego początkowego kształtu i rozmiaru. Na bazie elastomerów dielektrycznych można projektować i konstruować różne typy czujników, siłowników i napędów.

Elastomery dielektryczne składają się z trzech warstw: dwie zewnętrzne, zwane elastycznymi elektrodami, wykonane są z warstw przewodzących, natomiast warstwa wewnętrzna jest izolatorem. Po przyłożeniu zewnętrznego pola elektrycznego do warstw zewnętrznych wzbudzone są ładunki elektryczne o przeciwnych znakach, które przyciągają się wzajemnie, powodując deformację wewnętrznej warstwy izolującej. W wyniku wzajemnego przyciągania powstają naprężenia Maxwella, co powoduje konwersję energii elektrycznej w deformację mechaniczną.

Elastyczne elektrody najczęściej produkuje się ze smaru węglowego, który ma niestety sporo wad. Dlatego w przedstawionej pracy opracowano i zbadano nowy typ elastycznych elektrod na bazie polidimetylosiloksanu domieszkowanego nanorurkami węglowymi (CNT). W celu zwiększenia zdolności elastycznej elektrody do dużych deformacji pod wpływem przyłożonego napięcia do elastomeru nanokompozytowego dodano smar węglowy. Zakres badań obejmował wytwarzanie i charakteryzację nanokompozytów o różnej zawartości CNT (1, 2 i 3 % mas.) oraz przewodzącego smaru węglowego (10 i 20% mas.). Badano przewodność elektryczną, właściwości mechaniczne i termiczne oraz mikrostrukturę. Zbadano wpływ kształtu i składu elektrod na maksymalne wydłużenie.

Badania prowadzące do tych wyników otrzymały finansowanie od Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) w ramach umowy o dotację nr 4000107904/13/NL/KML.



Anna Boczkowska, Paulina Latko-Durałek, Kamil Dydek

Warsaw University of Technology

anna.boczkowska@pw.edu.pl

Nanocomposites with carbon nanotubes as compliant electrodes for dielectric elastomers

Dielectric elastomers are intelligent materials that can change their shape and size under external electric field. Forced changes disappeared when the electrical current is turned off and the material returns to its initial shape and size. Based on dielectric elastomers different types of sensors, actuators and drivers can be designed and constructed.

The dielectric elastomers consist of three layers: two external, called compliant electrodes, are made of conductive layers while internal layer is an insulator. After applying external electrical field on the external layers the electrical charges with opposing signs are excited which attract each other creating the deformation of internal isolating layer. As a result of mutual attraction Maxwell stresses arise what causes the conversion of electrical energy to mechanical deformation.

Most commonly the compliant electrodes are made of carbon grease, what have a lot of disadvantages. Therefore, in the presented work a novel type of compliant electrodes based on polydimethylsiloxane doped with carbon nanotubes (CNT) was developed and studied. In order to increase the compliant electrode's ability for large deformation under applied voltage carbon grease was added to nanocomposite elastomer. The scope of the studies covered fabrication and characterisation of nanocomposites with different amounts of CNT (1, 2 and 3 wt.%) and conductive carbon grease (10 and 20 wt.%). Electrical conductivity, mechanical and thermal properties as well as the microstructure were investigated. The influence of shape and composition of the electrodes on the maximal elongation was tested.

The research leading to these results received funding from the European Space Agency (ESA) under the Grant Agreement n° 4000107904/13/NL/KML.



Rafał Anyszka¹, Erik Poloni², Mateusz Imiela¹

¹ Politechnika Łódzka

² Queen Mary University of London

rafal.anyszka@p.lodz.pl

Ablatory na bazie materiałów elastomerowych zdolnych do ceramizacji

Rozkładane osłony aerodynamiczne wykorzystujące struktury nadmuchiwane lub typu origami zyskują na znaczeniu w kontekście odzyskiwania górnych stopni rakiet i ulepszania metod lądowania na Marsie. Systemy te zmniejszają masę i objętość oraz zwiększają opór w rzadkich atmosferach. Jednakże obecne sztywne ablatory nie mogą być zintegrowane z odkształcalnymi elementami takich osłon aerodynamicznych, co stwarza potrzebę elastycznych, odpornych na ciepło alternatyw.

Proponujemy opracowanie ablatorów wykonanych z elastycznych, gumowych materiałów ceramizowalnych. Materiały te pozostają elastyczne w szerokich zakresach temperatur, ale przekształcają się w sztywną, stabilną termicznie warstwę ceramiczną w temperaturze 400–500 °C. Proces ceramizacji absorbuje również ciepło, pomagając obniżyć ogólne temperatury.

Przedmiotowy projekt skupia się na opracowaniu kompozytu, który łączy ceramizowalną gumę silikonową z włóknami wzmacniającymi. Materiał pozostanie elastyczny podczas rozmieszczania osłony aerodynamicznej, a następnie ulegnie ceramizacji podczas ponownego wejścia w atmosferę, tworząc sztywny, porowaty system ochrony termicznej. Ponieważ kompozyty ceramizowalne są materiałami wieloskładnikowymi, ich właściwości można dostosować i zoptymalizować w celu poprawy wydajności ablacyjnej.

CL1

Rafał Anyszka¹, Erik Poloni², Mateusz Imiela¹¹ Lodz University of Technology² Queen Mary University of London

rafal.anyszka@p.lodz.pl

Elastomer-based ceramizable ablators for flexible aeroshells

Expandable aeroshells using inflatable or origami structures are gaining interest for retrieving rocket upper stages and improving Mars-landing methods. These systems reduce mass and volume, and increase drag in thin atmospheres. However, current stiff ablators cannot be integrated into the deformable elements of such aeroshells, creating the need for flexible, heat-resistant alternatives.

We propose developing ablators made from flexible, rubber-based ceramizable materials. These materials stay flexible across wide temperature ranges but convert into a rigid, thermally stable ceramic layer at 400–500 °C. This ceramization process also absorbs heat, helping reduce overall temperatures.

This project focuses on engineering a composite that combines ceramizable silicone rubber with reinforcing fibers. The material will remain flexible during aeroshell deployment and then ceramize during re-entry, forming a rigid, porous thermal protection system. Because ceramizable composites are multicomponent materials, their properties can be tuned and optimized for improved ablative performance.



Norbert Nizel, Rafał Anyszka, Dariusz Bieliński, Jakub Wręczycki

Politechnika Łódzka

norbert.nizel@dokt.p.lodz.pl

Próba wpływu na T_g poprzez niskotemperaturową wulkanizację mieszanek BR/VMQ dla zastosowań marsjańskich

Badania te mają na celu udoskonalenie materiałów przeznaczonych do pracy w trudnych warunkach panujących na Marsie. Skupiają się one na modyfikacji właściwości materiałów poprzez wulkanizację w niskiej temperaturze mieszanek kauczuku butadienowego (BR) i silikonowego (VMQ). Ekstremalny zakres temperatur na Marsie, rozciągający się od $-120\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$, wymaga elastomerów, które zachowują elastyczność znacznie poniżej granic standardowych materiałów gumowych. Chociaż mieszanki BR/VMQ okazały się obiecującymi kandydatami ze względu na ich naturalnie niskie temperatury zeszklenia (T_g), standardowe procesy wulkanizacji mogą nie zapewnić optymalnej topologii sieci wymaganej przy tak ekstremalnie niskich temperaturach.

Aby temu zaradzić, wprowadzono strategię niskotemperaturowej wulkanizacji poprzez zastosowanie soli fluorkowych. Dodatki umożliwiają sieciowanie siarkowe w obniżonych temperaturach. Podejście to ma na celu zmianę kinetyki utwardzania, co pozwala na uzyskanie materiałów o różnej strukturze usieciowania i przesuniętych temperaturach zeszklenia.

W niniejszym badaniu oceniono wpływ tych dodatków fluorkowych na morfologię i właściwości lepkosprężyste mieszanek. Właściwości statyczne i dynamiczne materiałów testowane są w różnych temperaturach, a temperatury zeszklenia są mierzone celem oceny, czy ta nowatorska metoda przetwarzania może zapewnić doskonałe właściwości niskotemperaturowe do zastosowań w uszczelnieniach i wytłumieniach w przyszłych misjach marsjańskich.

CL2

Norbert Nizel, Rafał Anyszka, Dariusz Bieliński, Jakub Wręczycki*Lodz University of Technology*

norbert.nizel@dokt.p.lodz.pl

Attempt at influencing T_g through low temperature vulcanization of BR/VMQ blends for Mars environment

Advancing the development of materials for the harsh Martian environment, this research focuses on modifications of the material properties achieved by low-temperature vulcanization of butadiene rubber (BR) and silicone rubber (VMQ) blends. The extreme temperature range on Mars, spanning from $-120\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$, necessitates elastomers that maintain elasticity well below the limits of standard rubber materials. While BR/VMQ blends have proven to be promising candidates due to their inherently low glass transition temperatures (T_g), the standard vulcanization processes may not yield the optimal network topology required for such extreme cold performance.

To address this, a low-temperature vulcanization strategy is introduced using fluoride salts. The additives allow for sulfur crosslinking at reduced temperatures. This approach aims to change the curing kinetics, allowing to obtain materials with different crosslink structure and shifted glass transition temperatures.

In this study, the impact of these fluoride additives on the morphology and viscoelastic properties of the blend is evaluated. Static and dynamic properties of the materials are tested across various temperatures and the glass transition temperatures are measured to assess whether this novel processing route can unlock superior low-temperature properties for sealing and damping applications in future Martian missions.

**Ashli Speed**

Wydział Gumy, Amerykańskie Towarzystwo Chemiczne
ashcspeed@gmail.com

Wzmacnianie przyszłych liderów branży gumowej: oferta dla organizacji studenckich afiliowanych przy ACS Rubber Division

Przemysł elastomerowy i gumowy to ważny na całym świecie sektor, który dzięki wprowadzanym innowacjom ma fundamentalne znaczenie dla wielu dziedzin inżynierii – od motoryzacji i lotnictwa, po sprzęt medyczny i materiały ekologiczne. Podczas gdy zapotrzebowanie na zaawansowane elastomery stale rośnie, wyzwania kadrowe i luki kompetencyjne zagrażają przyszłej konkurencyjności. Zaangażowanie studentów poprzez członkostwo zawodowe jest sprawdzonym mechanizmem do wypełnienia tej luki. Przedmiotowe wystąpienie podkreśli *korzyści płynące z dołączenia do koła studenckiego Wydziału Gumy ACS, opiszcie ścieżki kariery i możliwości dostępne dla studentów i początkujących profesjonalistów oraz przedstawi dane z rynku pracy, które ilustrują zarówno potrzebę, jak i wpływ zaangażowania studentów*. Uczestnicy zyskają jasne zrozumienie sposobu, w jaki koła studenckie wspierają rozwój umiejętności technicznych, sieci zawodowe i rozwój wczesnej kariery, oraz jak sama branża jest gotowa na wzrost, lecz pilnie potrzebuje nowych talentów.

Kluczowe obszary tematyczne:

Korzyści z kół studenckich: networking, stypendia, konferencje, wycieczki, rozwój zawodowy

Możliwości kariery i ścieżki branżowe dla studentów w dziedzinie elastomerów.

Trendy w zatrudnieniu i na rynku pracy w produkcji kauczuku i pokrewnych gałęziach przemysłu, podkreślające możliwości i rosnące zapotrzebowanie na wykwalifikowanych absolwentów.

Perspektywy rynkowe wykazujące nieustanne zapotrzebowanie globalne na produkty kauczukowe.

**Ashli Speed**

Rubber Division, American Chemical Society
ashcspeed@gmail.com

Empowering tomorrow's elastomer leaders: the value of rubber division ACS student chapters & industry opportunities

The elastomer and rubber industry is a globally significant, innovation-driven sector fundamental to countless engineered systems—from automotive and aerospace to medical devices and sustainable materials. While demand for advanced elastomers continues to grow, workforce challenges and skills gaps threaten future competitiveness. Student engagement through professional membership is a proven mechanism to bridge this gap. This talk will highlight the *benefits of joining a Rubber Division, ACS Student Chapter*, describe the *career paths and opportunities available to students and emerging professionals*, and present *workforce and market data* that demonstrates both the need for and impact of student involvement. Attendees will leave with a clear understanding of how student chapters foster technical acumen, professional networks, and early career development, and how the industry itself is poised for growth but in critical need of new talent.

Key areas covered:

Student chapter benefits: networking, scholarships, conferences, tours, professional development.

Career opportunities and industry pathways for students in elastomers.

Workforce and employment trends in rubber & related manufacturing, highlighting opportunities and growing demand for skilled graduates.

Market outlook demonstrating continued global demand for rubber products.

**Marcin Masłowski***Politechnika Łódzka*

marcin.maslowski@p.lodz.pl

Biokompozyty elastomerowe – wytwarzanie, modyfikacja, charakterystyka i właściwości

Rosnące zapotrzebowanie na zrównoważone materiały oraz wdrażanie strategii gospodarki o obiegu zamkniętym dały przyczynek do badań nad biokompozytami polimerowymi. O ile termoplasty i duroplasty z dodatkiem włókien naturalnych są przedmiotem wielu badań, o tyle biokompozyty elastomerowe wciąż pozostają stosunkowo słabo poznane. Niniejsza praca omawia przygotowanie, modyfikację i charakterystykę biokompozytów z kauczuku naturalnego (NR) zawierających funkcjonalne dodatki pochodzenia roślinnego.

Badanie koncentruje się na napelniaczach lignocelulozowych uzyskanych ze słomy zbóż i wybranych roślin zielnych, stosowanych jako zmielona biomasa, ekstrakty i popioły fitogeniczne. Szczególną uwagę poświęcono zależnościom między strukturą a właściwościami, które determinują dyspersję napelniacza, oddziaływania międzyfazowe, zachowanie podczas sieciowania oraz wynikające z tego właściwości mechaniczne, barierowe, tłumiące i odporność na starzenie.

Aby zaradzić niezgodności między hydrofilowymi napelniaczami roślinnymi a hydrofobowymi matrycami elastomerowymi, zastosowano strategię modyfikacji chemicznej i fizycznej, w tym obróbkę powierzchniową i hybrydyzację z funkcjonalnymi nanonapelniaczami, takimi jak krzemionka, sadza, nanorurki haloizytowe, montmorylonit i perlit. Te hybrydowe systemy zapewniły synergiczne wzmocnienie i poprawioną adhezję międzyfazową.

Popioły fitogeniczne bogate w biogeniczną krzemionkę i tlenki metali oceniono jako wielofunkcyjne dodatki wpływające na kinetykę wulkanizacji i gęstość usieciowania. Biomasa ziołowa i ekstrakty były również badane jako naturalne stabilizatory, aby częściowo zastąpić konwencjonalne środki przeciwstarzeniowe.

Wyniki dowodzą, że odpowiednio zaprojektowane napelniacze roślinne mogą poprawić wybrane właściwości funkcjonalne kompozytów NR, oferując zrównoważoną alternatywę dla konwencjonalnych systemów wzmacniających.

KL2

Marcin Masłowski*Lodz University of Technology*

marcin.maslowski@p.lodz.pl

Elastomeric biocomposites – preparation, modifications, characterization and properties

The increasing demand for sustainable materials and the implementation of circular economy strategies have stimulated research on polymer biocomposites. While natural fiber-reinforced thermoplastics and thermosets are widely studied, elastomeric biocomposites remain relatively underexplored. This work presents the preparation, modification, and characterization of natural rubber (NR) biocomposites incorporating plant-derived functional additives.

The study focuses on lignocellulosic fillers obtained from cereal straw and selected herbal plants, applied as ground biomass, extracts, and phytogenic ashes. Particular attention was devoted to structure–property relationships governing filler dispersion, interfacial interactions, crosslinking behavior, and the resulting mechanical, barrier, damping, and aging resistance properties.

To address the incompatibility between hydrophilic plant fillers and hydrophobic elastomer matrices, chemical and physical modification strategies were implemented, including surface treatment and hybridization with functional nanofillers such as silica, carbon black, halloysite nanotubes, montmorillonite, and perlite. These hybrid systems provided synergistic reinforcement and improved interfacial adhesion.

Phytogenic ashes rich in biogenic silica and metal oxides were evaluated as multifunctional additives affecting vulcanization kinetics and crosslink density. Herbal biomass and extracts were also investigated as natural stabilizers to replace conventional anti-aging agents partially.

The results demonstrate that properly designed plant-based fillers can enhance selected functional properties of NR composites, offering a sustainable alternative to conventional reinforcing systems.

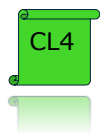
**Amit Das***Instytut Badań Polimerów im. Leibniza w Dreźnie*
das@ipfdd.de

Lignina jako napelniacz wzmacniający w elastomerach niepolarnych

Zasoby pochodzenia biologicznego jako środki wzmacniające elastomery stanowią ważny obszar badań. W tej prezentacji omówimy, w jaki sposób wysokotemperaturowe metody mieszania mogą być korzystne dla osiągnięcia poprawy właściwości mechanicznych. Ponadto zbadana zostanie rola czynników sprzęgających w układach SSBR i BR, a także w ich mieszaninach. Kauczuki te charakteryzują się niską wytrzymałością bez dodatków, co ułatwia ocenę potencjalnej poprawy ich właściwości mechanicznych. W dalszej kolejności można rozważyć zastosowanie innych kauczuków, na przykład NR, CR, NBR i XNBR, które charakteryzują się większą wytrzymałością bez dodatków.

**Amit Das***Leibniz Institute of Polymer Research Dresden*
das@ipfdd.de**Lignin as a reinforcing filler in nonpolar elastomers**

Bio-based resources as reinforcing agents for elastomers represent an important area of research. In this presentation, we will discuss how high-temperature mixing methods can be beneficial for achieving enhanced mechanical performance. In addition, the role of coupling agents will be examined in SSBR and BR systems, as well as in their blends. Since these rubbers have low gum strength, it is easy to observe the extent to which mechanical performance can be improved. Subsequently, other rubbers with higher gum strength, such as NR, CR, NBR, and XNBR, can be explored.



Anna Sowińska-Baranowska, Magdalena Maciejewska

Politechnika Łódzka

anna.sowinska-baranowska@p.lodz.pl

Postęp w obszarze elastomerów z udziałem funkcjonalnych biokomponentów i biododatków

Rosnące zapotrzebowanie na materiały wspierające zrównoważony rozwój oraz na produkcję biokompozytów zintensyfikowało wysiłki badawcze w kierunku rozwoju elastomerów zawierających funkcjonalne komponenty pochodzenia biologicznego.

Badania koncentrują się na projektowaniu biokompozytów elastomerowych, w których komponenty przyjazne dla zdrowia służą nie tylko jako obojętne dodatki lub napęnlacze, ale jako aktywne substancje wpływające na zachowanie podczas sieciowania, interakcje międzyfazowe oraz ogólną wydajność materiałów. Szczególną uwagę poświęca się waloryzacji wybranych materiałów odpadowych jako bionapęnlaczy w kompozytach elastomerowych. Ważnym aspektem badania jest zastosowanie biosyntetyzowanego tlenku cynku (bio-ZnO) jako aktywatora w wulkanizacji siarkowej biokompozytów kauczuku naturalnego. Kluczowe jest również zastosowanie pewnych modyfikacji lub koagentów oraz substancji, które wpływają na dyspersję składników w matrycy elastomerowej i tym samym mają wpływ na użyteczne właściwości końcowych wulkanizatów.

Badania eksperymentalne wykazują, że odpowiednio dobrane komponenty pochodzenia biologicznego oraz wprowadzenie niektórych koagentów mogą częściowo zastąpić konwencjonalne dodatki, przy jednoczesnym zachowaniu lub nawet poprawie mechanicznych i funkcjonalnych właściwości materiałów elastomerowych. Wyniki podkreślają potencjał strategii opartych na biododatkach, wspierających zrównoważony rozwój poprzez zmniejszenie stosowania substancji o właściwościach toksycznych oraz promowanie bardziej prozdrowotnego podejścia do formulacji elastomerów.

CL4

Anna Sowińska-Baranowska, Magdalena Maciejewska*Lodz University of Technology*

anna.sowinska-baranowska@p.lodz.pl

Advances in elastomers based on functional bio-additives & components

The growing demand for sustainable development materials and manufacturing of bio-composites, has intensified research efforts toward the development of elastomers incorporating bio-derived functional components.

The studies focus on the design of elastomer biocomposites in which health-friendly components serve not only as inert additives or fillers but as active substances influencing crosslinking behavior, interfacial interactions, and overall materials performance. Particular attention is devoted to the valorization of selected waste materials as biofillers in elastomer composites. An important aspect of the study is the application of biosynthesized zinc oxide (bio-ZnO) as an activator in the sulfur vulcanization of natural rubber biocomposites. The crucial is also using of some modifications or coagents and substances that had influence the dispersion of ingredients in elastomer matrix and thereby, have effect on the useful properties of final vulcanizates.

Experimental investigations demonstrate that appropriately selected bio-derived components and introducing of some coagents can partially replace conventional additives while maintaining or even improving the mechanical and functional performance of elastomeric materials. The results highlight the potential of bio-additive-based strategies to support sustainable development by reducing the use of substances with toxic characteristics and promoting a more health-conscious approach to elastomer formulation.

**André Hamerski***Vipal Borrachas S.A.*

andrehamerski@terra.com.br

Działania na rzecz zrównoważonego rozwoju przy bieżnikowaniu opon

Przemysł oponiarski przechodzi głęboką transformację w miarę postępu technologii pojazdów i wzrostu wymagań dotyczących wydajności zarówno dla opon nowych, jak i bieżnikowanych. Wzrost liczby pojazdów elektrycznych, z wysokim momentem obrotowym i szybszym zużyciem bieżnika, dodatkowo intensyfikuje potrzebę bardziej trwałych, wydajnych i zrównoważonych rozwiązań.

Jednocześnie sektor musi zarządzać kosztami i dostępnością surowców na niestabilnym globalnym rynku surowców. Ten kontekst wymaga nowej równowagi między konwencjonalnymi surowcami a alternatywami pochodzącymi z recyklingu lub odnawialnymi, łącząc wysoką wydajność z niższym wpływem na środowisko.

Segment produkcji opon i ich bieżnikowania umocnił swoje działania na rzecz zrównoważonego rozwoju, wprowadzając materiały z recyklingu i surowce odnawialne, obniżając zużycie paliwa i emisję spalin, a także wykorzystując alternatywne komponenty, takie jak oleje roślinne, modyfikowany popiół z łusek ryżowych, zmielona guma ze zużytych opon oraz sadza pirolityczna. Coraz większą wagę przywiązuje się także do dodatków chemicznych, które są mniej szkodliwe dla środowiska.

Konkurencyjność w coraz większym stopniu zależy od modernizacji przemysłowej. Automatyzacja i bieżące inwestycje w badania i rozwój poprawiają wydajność, skalowalność, kontrolę kosztów i niezawodność operacyjną w procesach bieżnikowania.

Godzenie konkurencyjności i zrównoważonego rozwoju jest nie tylko możliwe, ale także strategicznie zasadne. Inwestując kompleksowo w innowacje, skalowanie materiałów, wydajność przemysłową oraz ekologię, branża może przekuć trudności techniczne i środowiskowe w atuty konkurencyjne. Przyszłość bieżnikowania opon zależy od tego, czy uda się w zrównoważony sposób połączyć wysoką jakość, opłacalność i dbałość o środowisko.

CL5

André Hamerski*Vipal Borrachas S.A.*

andrehamerski@terra.com.br

Sustainability actions in tire retreading

The tire industry is undergoing profound transformation as vehicle technologies advance and increase performance demands on both new and retreaded tires. The growth of electric vehicles, with high instantaneous torque and faster tread wear, further intensifies the need for more durable, efficient, and sustainable solutions.

At the same time, the sector must manage raw material costs and availability in a volatile global commodities market. This context requires a new balance between conventional inputs and recycled or renewable alternatives, combining high performance with lower environmental impact.

The tire and retreading segment has strengthened its sustainability agenda by developing recycled and renewable materials, reducing fuel consumption and emissions, and incorporating alternative inputs such as vegetable oils, modified rice husk ash, rubber powder from end-of-life tires, and pyrolysis-derived carbon black. There is also growing attention to chemical additives with reduced environmental impact.

Competitiveness increasingly depends on industrial modernization. Automation and continuous investment in research and development improve efficiency, scalability, cost control, and operational reliability in retreading processes.

Reconciling competitiveness and sustainability is not only possible but strategic. Through integrated investment in innovation, material scalability, industrial efficiency, and environmental awareness, the sector can turn technical and environmental challenges into competitive advantages. The future of tire retreading will rely on its ability to deliver performance, economic efficiency, and environmental responsibility in a balanced and sustainable way.

**Priyanka Sekar***Apollo Tyres Global R&D B.V.*

priyanka.sekar@apolloytyres.com

Wyzwania przy projektowaniu mieszanek gumowych dotyczące równowagi pomiędzy zrównoważonym rozwojem a charakterystyką eksploatacyjną opon

Transformacja w kierunku mobilności zrównoważonej wymusza istotne modyfikacje w recepturach mieszanek gumowych stosowanych w oponach. Materiały używane do produkcji opon, dotychczas optymalizowane pod kątem niskich oporów toczenia, przyczepności na mokrej nawierzchni i wytrzymałości, muszą obecnie spełniać dodatkowe wymagania, takie jak możliwość wykorzystania materiałów odnawialnych i recyklingu oraz redukcja emisji cząstek stałych. Zrównoważony rozwój i wysoka wydajność to cele, których osiągnięcie zawsze wymaga kompromisów w doborze materiałów i procesów.

Niniejsza prezentacja analizuje, jak z punktu widzenia materiałoznawstwa zrównoważyć aspekty ekologiczne i parametry użytkowe mieszanek gumowych stosowanych w oponach. Analiza mechanizmów interakcji materiałowych pozwala na stworzenie modelu doboru i łączenia komponentów, który optymalizuje korzyści dla środowiska, nie rezygnując z kluczowych właściwości funkcjonalnych. Przedstawione podejście oferuje wskazówki dotyczące tworzenia nowoczesnych, ekologicznych mieszanek gumowych do opon, uwzględniając realia produkcji przemysłowej.

**Priyanka Sekar***Apollo Tyres Global R&D B.V.*

priyanka.sekar@apolloytyres.com

Engineering challenges in balancing sustainability and performance in tire compounds

The transition toward sustainable mobility is driving significant changes in tire compound design. Traditionally optimized for rolling resistance, wet grip, and durability, tire materials must now also address renewable material integration, recyclability, and lower particulate generation. Achieving both sustainability and high performance presents inherent material and processing trade-offs.

This presentation describes a materials-focused perspective on balancing sustainability and performance in tire compounds. By analyzing the mechanisms governing material interactions, it proposes a framework for selecting and combining components to maximize environmental benefits while maintaining critical functional properties. This approach provides guidance for developing next-generation sustainable tire formulations within industrial constraints.



Radek Stoček, Martin Stěnička, Marek Pöschl, Ondřej Kratina

Centrum systemów polimerowych, Uniwersytet Tomasza Bąty w Zlinie
stocek@utb.cz

Od lepkości sprężystości gumy do opon i generowania ściery

Wykład skupi się na zależnościach między dynamicznym zachowaniem materiałów gumowych, inicjacją pęknięć, ich propagacją oraz mechanizmami zużycia gumy w kontekście emisji cząstek z opon. Część wprowadzająca przedstawi dynamiczne i lepkości sprężyste zachowanie różnych typów elastomerów pod obciążeniem cyklicznym, ze szczególnym naciskiem na znaczenie modułu dynamicznego i współczynnika strat ($\tan \delta$) oraz ich zależności od częstotliwości i temperatury.

Wykład omówi dalej, w jaki sposób rozpraszanie energii w pobliżu wierzchołka pęknięcia wpływa na inicjację pęknięć i wzrost pęknięć zmęczeniowych w materiałach gumowych. Szczególna uwaga zostanie poświęcona związkowi między histerezą lepkości sprężystą, lokalnym wytwarzaniem ciepła a ewolucją uszkodzeń mikrostrukturalnych.

Następnie zostanie przeanalizowana zależność między procesami pęknięcia a dynamicznymi mechanizmami zużycia, w tym komponentami zmęczeniowymi, adhezyjnymi i abrazyjnymi. Omówiony zostanie wpływ składu gumy i jej parametrów dynamicznych na intensywność zużycia i odrywanie się materiału.

W ostatniej części przeanalizujemy, jak właściwości materiałowe i mechaniczne wpływają na powstawanie i emisję cząstek TRWP (cząstek zużycia opon i nawierzchni dróg) oraz ich rozprzestrzenianie się w różnych elementach środowiska. Wykład kończy się wnioskiem, że kluczem do ograniczenia emisji cząstek stałych, przy jednoczesnym zachowaniu odpowiednich parametrów opon, jest optymalizacja właściwości dynamicznych i lepkości sprężystych mieszanek używanych do produkcji bieżników.

PL2**Radek Stoček, Martin Stěnička, Marek Pöschl, Ondřej Kratina***Centre of polymer systems, Tomas Bata University in Zlín*
stocek@utb.cz

From rubber viscoelasticity to tire and road wear particle emissions

The lecture will focus on the relationship between the dynamic behavior of rubber materials, crack initiation, its propagation and rubber wear mechanisms in relation to tire particle emissions. The introductory part will present the dynamic and viscoelastic behavior of various types of elastomers under cyclic loading, with particular emphasis on the importance of the dynamic modulus and loss factor ($\tan \delta$) and their dependence on frequency and temperature.

The lecture will further discuss how energy dissipation in the vicinity of a crack tip governs crack initiation and fatigue crack growth in rubber materials. Special attention will be paid to the links between viscoelastic hysteresis, local heat generation, and microstructural damage evolution.

Subsequently, the relationship between fracture processes and dynamic wear mechanisms, including fatigue, adhesive, and abrasive components, will be analyzed. The influence of rubber formulation and its dynamic parameters on wear intensity and material detachment will be addressed.

In the final part, these material and mechanical aspects will be connected to the generation and emission of Tire and Road Wear Particles (TRWP), and their distribution into different compartments of environment. The lecture concludes that optimizing the dynamic and viscoelastic properties of tread compounds represents a key strategy for reducing particle emissions while maintaining required tire performance characteristics.

**Magdalena Maciejewska***Politechnika Łódzka*

magdalena.maciejewska@p.lodz.pl

Promotory przetwórstwa wspomagające wulkanizację elastomerów

Wulkanizacja i sieciowanie to kluczowe procesy technologiczne determinujące końcowe właściwości mechaniczne, termiczne i chemiczne elastomerów. Oprócz środków sieciujących, takich jak siarka czy nadtlenki, stosuje się szeroką gamę dodatków przetwórczych, celem wspomagania i kontrolowania tych procesów. Ich rola polega nie tylko na przyspieszeniu sieciowania, ale także na poprawie przetwórczości, bezpieczeństwa i wydajności kompozytów elastomerowych.

Jedną z najważniejszych grup dodatków są przyspieszacze wulkanizacji, do których należą tiazole, sulfenamidy, tiuramy, ditiokarbaminiany i guanidyny. Jednakże niektóre z nich powodują reakcje alergiczne, gdy są obecne w produktach gumowych, lub ich produkty rozkładu są toksyczne. W połączeniu z przyspieszaczami stosuje się aktywatory, takie jak tlenek cynku i kwasy tłuszczowe (np. kwas stearynowy). Tworzą one aktywne kompleksy, które zwiększają wydajność akceleratora i zapewniają powtarzalne zachowanie podczas utwardzania. Jednakże ZnO uważany jest za toksyczny dla ekosystemów wodnych, dlatego jego użycie musi być ograniczone zgodnie z przepisami Unii Europejskiej. Usieciowanie nadtlenkowe jest szeroko stosowaną metodą do sieciowania nasyconych elastomerów. Koagenty, takie jak wielofunkcyjne akrylany lub związki winylowe, są często dodawane w celu poprawy gęstości usieciowania, zwiększenia właściwości mechanicznych i skrócenia czasu utwardzania. Powszechnie stosowane koagenty to dimetakrylan cynku i cyjanuran triallilu, które również są uważane za toksyczne dla ekosystemów wodnych.

Wykład opíše możliwości zastosowania proekologicznych i przyjaznych dla zdrowia dodatków przetwórczych wspomagających wulkanizację (akceleratorzy, aktywatory, koagenty sieciujące), które mogą być stosowane jako alternatywa wobec tradycyjnie używanych środków pomocniczych w celu zmniejszenia szkodliwego wpływu wyrobów gumowych na środowisko i zdrowie człowieka.

KL4**Magdalena Maciejewska***Lodz University of Technology*

magdalena.maciejewska@p.lodz.pl

Processing additives supporting vulcanization of elastomers

Vulcanization and cross-linking are key technological processes determining the final mechanical, thermal, and chemical properties of elastomers. In addition to curing agents such as sulfur or peroxides, a wide range of processing additives is used to support and control these processes. Their role is not only to accelerate curing but also to improve processability, safety, and performance of elastomer composites.

One of the most important groups of additives are vulcanization accelerators, which include thiazoles, sulfenamides, thiurams, dithiocarbamates, and guanidines. However, some of them cause allergic reactions when present in rubber products, or their decomposition products are toxic. In combination with accelerators, activators such as zinc oxide and fatty acids (e.g. stearic acid) are used. They form active complexes that enhance accelerator efficiency and ensure reproducible curing behavior. However, ZnO is considered toxic to aquatic ecosystems, so its use must be restricted in accordance with European Union regulations. Peroxide cross-linking is widely used method for cross-linking of saturated elastomers. Coagents, such as multifunctional acrylates or vinyl compounds, are often added to improve crosslink density, enhance mechanical properties, and reduce curing time. Commonly used coagents are zinc dimethacrylate and tri-allyl cyanurate, which are considered to be toxic to aquatic ecosystems as well.

The lecture will describe the possibilities of using pro-ecological and health friendly processing additives supporting vulcanization (accelerators, activators, cross-linking coagents), which can be used as an alternative to traditionally used auxiliaries to reduce the harmful impact of rubber products on the environment and human health.



Drahomír Čadek, Antonín Kuta

Uniwersytet Chemiczno-Technologiczny w Pradze
drahomir.cadek@vscht.cz

Przetwórstwo NR – metody, porównanie i konsekwencje

Związek między metodami oceny przetwórstwa kauczuku a operacjami przetwórczymi jest badany na próbkach kauczuku naturalnego pochodzących z jednej plantacji w Afryce. Metody badawcze zdefiniowane przez specyfikację SMR (*Standard Malaysian Rubber*) (plastyczność Wallace’a i lepkość Mooneya) są powszechnie stosowane do oceny przetwórstwa. Wadą tych metod może być niska szybkość ścinania podczas pomiaru, osiągająca wartości około 1 s^{-1} .

W tym badaniu rozszerzono podstawowe pomiary o zmodyfikowany test lepkości Mooneya przy szybkości ścinania poniżej $0,2 \text{ s}^{-1}$. Tak niska szybkość eliminuje wpływ pęknięcia stopu i zwiększa czułość na mikrostrukturę kauczuku naturalnego. Dalsze pomiary przeprowadzono przy użyciu reologicznej głowicy wytłaczarskiej o bardzo wysokich szybkościach ścinania, podobnych do tych typowo spotykanych w procesach przemysłowych. Specjalny zestaw testów na reowulkanometrze RPA umożliwił kompleksową charakterystykę właściwości lepkosprężystych kauczuku. Technologie przetwarzania obejmowały laboratoryjny mieszalnik wewnętrzny oraz wytłaczarkę jednoślismakową.

Stwierdzono ścisłe liniowe korelacje między pomiarami na wiskozymetrze Mooneya, reowulkanometrze RPA, reologicznej głowicy wytłaczarskiej i wytłaczaniu. Nie stwierdzono korelacji z pomiarami analitycznymi, plastycznością Wallace’a, PRI i charakterystykami mieszania. Wszystkie te wnioski zostały poparte wielomodalną analizą czynnikową i doprowadziły do zaleceń dotyczących skutecznej oceny jakości kauczuku naturalnego. Zależności stwierdzone na podstawie badań laboratoryjnych mogłyby uprościć i udoskonalić przewidywanie zachowania kauczuku naturalnego podczas przetwarzania.

KL5

Drahomír Čadek, Antonín Kuta*University of Chemistry and Technology, Prague*

drahomir.cadek@vscht.cz

Processing of the natural rubber – methods, comparison & influences

The relationship between methods evaluating rubber processability and processing operations is studied on natural rubber samples delivered from one Africa plantation. Test methods defined by the SMR (*Standard Malaysian Rubber*) specification (Wallace plasticity and Mooney viscosity) are commonly used to evaluate processability. A disadvantage of these methods may be the low shear rate during measurement, reaching values around 1 s^{-1} .

This study extended the basic measurements with a modified Mooney viscosity test at a shear rate below 0.2 s^{-1} . Such a low rate eliminates the influence of melt fracture and increases sensitivity to the microstructure of natural rubber. Further measurements were performed using a rheological extrusion die with very high shear rates, similar to those typically encountered in industrial processes. A special set of tests on the RPA rheovulcameter enabled comprehensive characterization of the viscoelastic properties of rubber. Processing technologies were represented by a laboratory internal mixer and a single-screw extruder.

Close linear correlations were found between measurements on the Mooney viscometer, RPA rheovulcameter, rheological extrusion die, and extrusion. No correlation was found with analytical measurements, Wallace plasticity, PRI, and mixing characteristics. All these conclusions were supported by multimodal factor analysis and led to recommendations for effective quality assessment of natural rubber. The relationships identified based on laboratory tests could simplify and refine the prediction of natural rubber behavior during processing.

**Agnieszka Zadrużyńska***Kabat Tyre*

agnieszka.zadruzynska@kabat.pl

Wyzwania europejskiego przemysłu gumowego – perspektywa przemysłowa

Europejski przemysł gumowy stoi obecnie przed złożonym spektrum wyzwań wynikających z rosnących wymagań regulacyjnych, presji kosztowej oraz zmian społecznych.

Wprowadzenie rozporządzenia EUDR zwiększa wymagania dotyczące identyfikowalności surowców naturalnych i generuje dodatkowe koszty operacyjne w całym łańcuchu dostaw, jednocześnie rodząc pytania o równowagę konkurencyjną wobec producentów spoza Unii Europejskiej. Równolegle rosnące koszty pracy w Europie oraz ograniczona dostępność wykwalifikowanych pracowników w przemyśle ciężkim wymuszają poszukiwanie nowych modeli organizacji produkcji i rozwoju technologii.

Na tym tle firma KABAT prezentuje się jako dojrzały partner do merytorycznej dyskusji oraz współpracy nad nowymi rozwiązaniami technologicznymi, łączącymi wiedzę naukową z praktyką przemysłową. Firma Kabat Tyre od lat jest dostarcza wysokiej jakości produkty gumowe i usługi.

CL7

Agnieszka Zadrużyńska*Kabat Tyre*

agnieszka.zadruzynska@kabat.pl

Challenges of the European rubber industry – an industrial perspective

The European rubber industry currently faces a complex spectrum of challenges stemming from increasing regulatory requirements, cost pressure, and social changes.

The introduction of the EUDR regulation increases requirements for the traceability of natural raw materials and generates additional operational costs throughout the supply chain, while also raising questions about competitive balance with manufacturers outside the European Union. Concurrently, rising labor costs in Europe and the limited availability of skilled workers in heavy industry necessitate the search for new models of production organization and technology development.

Against this backdrop, KABAT presents itself as a mature partner for substantive discussion and collaboration on new technological solutions, combining scientific knowledge with industrial practice. Kabat Tyre has been supplying high-quality rubber products and services for years.

**Robert Kobel-Bryk***Schill+Seilacher "Struktol"*

rkobel-bryk@struktol.de

Od ewolucji do rewolucji – funkcjonalna chemia addytywna dostosowana do ekstremalnych wyzwań przetwarzania

Dodatki procesowe przeszły ewolucję: od uniwersalnych wspomagaczy przetwórstwa do wysoce wyspecjalizowanych rozwiązań konkretnych problemów. Obecnie indywidualnie dopasowane rozwiązania pozwalają sprostać konkretnym problemom, takim jak dyspersja krzemionki, lepność i wytrzymałość wstępna, usuwanie mieszanki z walców oraz adhezja gumy do metalu. Wraz ze wzrostem wymagań co do osiągnięć opon, stosuje się mieszanki o ekstremalnych parametrach – **z bardzo wysoką zawartością krzemionki i żywicy** – co z kolei powoduje ich nadmierną kleistość.

Wszystko to generuje poważne problemy w procesie produkcji, wynikające z niepożądanego przylegania mieszanki do metalu. Niniejsza prezentacja omawia nową technologię dodatków funkcjonalnych, **która pozwala na optymalizację procesu wyładowywania mieszanek i walców w przypadku mieszanek o wysokiej zawartości krzemionki i żywicy**. Technologia ta, zachowując doskonałą dyspersję krzemionki, lepszą płynność, większą wytrzymałość wstępną i optymalne parametry opon, znacząco usprawnia produkcję.

**Robert Kobel-Bryk***Schill+Seilacher "Struktol"*

rkobel-bryk@struktol.de

From Evolution to Revolution – functional additive chemistry adapted to extreme processing challenges

Process additives have evolved from general processing aids into highly targeted problem solvers. Today, tailor-made solutions address specific challenges such as silica dispersion, tack and green strength, mill release or rubber-metal stickiness. As tire performance demands increase, compounds are pushed to extremes – **extreme-silica, extreme-resin, leading to extreme-stickiness** – all driving severe processing issues rooted in unwanted compound-to-metal adhesion.

This presentation introduces a new functional additive technology enabling **extremely optimized mixer and mill release for extreme silica filled, resin-rich compounds**, while preserving the key advantages of superior silica dispersion, improved flow behavior, enhanced green strength, and maximum tire property performance.

**Anke Blume***University of Twente*

a.blume@utwente.nl

Możliwości i wyzwania stojące przed recyklingiem gumy

Do roku 2050 branża oponiarska zamierza w całości przestawić się na materiały zrównoważone – to ambitny cel, jaki sobie wyznaczyła. Realizacja tego scenariusza jest niemożliwa bez sprawnego recyklingu zużytych opon na dużą skalę. Dewulkanizacja to jedna z najbardziej obiecujących metod recyklingu, biorąc pod uwagę wszystkie dostępne opcje. Jej celem jest odzyskiwanie materiałów gumowych dzięki rozbijaniu sieci wiązań poprzecznych, które tworzą się w procesie wulkanizacji. Konwencjonalne metody dewulkanizacji wykorzystują substancje chemiczne, tak zwane środki dewulkanizujące, które reagują z rodnikiem siarkowym powstałym w wyniku rozerwania wiązania $-S-S-$ pod wpływem temperatury. Działanie tych środków ma na celu zminimalizowanie uszkodzeń wiązań $(C-C)$ w łańcuchu głównym polimeru. Jednakże skuteczność dewulkanizacji pozostaje ograniczona, głównie ze względu na trudność selektywnego rozszczepiania wiązań węgiel-siarka $(C-S)$. Pod koniec okresu eksploatacji opon, te wiązania zaczynają odgrywać w gumie oponowej coraz większą rolę. W konsekwencji niepełny rozkład sieci polimerowej negatywnie wpływa na właściwości gumy recyklingowanej w nowych mieszankach.

Podczas tego wykładu plenarnego porównane zostanie termomechaniczne odzyskiwanie surowca z dewulkanizacją, analizując szanse, a także nierozwiązane problemy. Ukaże on, jakie konkretnie działania należy podjąć, by stworzyć prostszy, wydajniejszy i łatwiejszy do rozbudowy proces recyklingu gumy, który umożliwi wykorzystanie jej w przyszłości w oponach wytwarzanych w obiegu zamkniętym.

PL3**Anke Blume***University of Twente*

a.blume@utwente.nl

Opportunities and challenges of rubber recycling

The tire industry has set an ambitious target to achieve 100% sustainable materials by 2050. This scenario cannot be achieved without efficient and scalable recycling of end-of-life tires. Among the available recycling routes, devulcanization is widely considered one of the most promising approaches. It aims to enable the reuse of rubber materials by breaking the crosslinked network formed during vulcanization. Conventional devulcanization strategies rely on the use of chemical substances, named as devulcanization agents, which can react with a sulfur radical originating from a temperature-triggered opened $-S-S-$ bond, while minimizing the damage to the polymer backbone (C-C) bonds. However, the effectiveness of devulcanization remains limited, primarily due to the difficulty of selectively cleavage of carbon-sulfur (C-S) bonds. These bonds become increasingly dominant in tire rubber at the end of its useful life. As a result, the network breakdown is often incomplete, restricting the performance of recycled rubber in new compounds.

This plenary lecture will compare the thermo-mechanical reclaiming process with the devulcanization process, discuss the opportunities but also the remaining challenges. It will highlight which further steps are required to develop a simpler, more robust, and scalable rubber recycling process for future circular tire applications.



Józef Haponiuk, Paulina Wiśniewska, Agata Rodak, Julia Zienkiewicz, Krzysztof Formela

Politechnika Gdańska

jozef.haponiuk@pg.edu.pl

Wykorzystanie niskotemperaturowej dewulkanizacji zużytych opon za pomocą wyciśkarki dla uzyskania zrównoważonych materiałów

Zużyte opony pozostają poważnym wyzwaniem w zakresie zarządzania środowiskiem i materiałami. Pomimo postępów w systemach odzysku, znaczna część zużytych opon jest nadal składowana na wysypiskach lub magazynowana globalnie, podczas gdy silnie usieciowana i złożona kompozycyjnie struktura gumy oponowej utrudnia jej ponowne przetwarzanie. W niniejszej pracy analizujemy możliwość wykorzystania niskotemperaturowej dewulkanizacji w ekstruderze jako efektywnej metody wytwarzania ekologicznych materiałów elastomerowych z gumy oponowej pochodzącej z recyklingu (GTR).

W systemach ekstruzyjnych nacisk kładzie się na ciągłą obróbkę termomechaniczną, zwłaszcza na ekstruzję reaktywną i planetarną. Technologie te, dzięki możliwości skalowania, łączą w jednym procesie takie elementy, jak rozrywanie sieci polimerowej pod wpływem ścinania, wymianę ciepła, mieszanie i usuwanie lotnych substancji. Przedstawiona praca podkreśla, że ekstruzja niskotemperaturowa, w połączeniu z odpowiednimi strategiami formulacyjnymi, może poprawić równowagę między wydajnością odzysku, właściwościami materiału i wpływem na środowisko.

Literatura

1. Rodak A., Haponiuk J. T., Wang S., Formela K. (2025). *Waste tire rubber with low and high devulcanization level prepared in the planetary extruder*. Sustainable Materials and Technologies.
2. Wiśniewska P., Wójcik N. A., Haponiuk J., *Engineering Design of Hybrid Carbon Nanotube Networks for Multifunctional Waste Rubber Composites*, Composites Part B: Engineering.
3. Formela K., *Waste tire rubber-based materials: Processing, performance properties and development strategies*, Advanced Industrial and Engineering Polymer Research 5 (2022)

KL6

Józef Haponiuk, Paulina Wiśniewska, Agata Rodak, Julia Zienkiewicz, Krzysztof Formela

Gdańsk University of Technology
jozef.haponiuk@pg.edu.pl

Leveraging the extruder-based low-temperature devulcanization of waste tyre rubber towards obtaining sustainable materials

End-of-life tyres remain a major environmental and materials-management challenge. Despite advances in recovery systems, a substantial share of waste tyres is still landfilled or stockpiled globally, while the highly crosslinked and compositionally complex structure of tyre rubber makes its reprocessing difficult. This work discusses how extruder-based low-temperature devulcanization can serve as a practical route to the production of sustainable elastomeric materials from ground tyre rubber (GTR).

The focus is on continuous thermomechanical treatment in extrusion systems, particularly reactive extrusion and planetary extrusion, as scalable technologies that combine shear-induced network breakdown, heat transfer, mixing, and devolatilization in a single processing step. The presented work highlights that low-temperature extrusion, when combined with appropriate formulation strategies, can improve the balance between reclaiming efficiency, material performance, and environmental impact.

References

1. Rodak A., Haponiuk J. T., Wang S., Formela K. (2025). *Waste tire rubber with low and high devulcanization level prepared in the planetary extruder*. Sustainable Materials and Technologies.
2. Wiśniewska P., Wójcik N. A., Haponiuk J., *Engineering Design of Hybrid Carbon Nanotube Networks for Multifunctional Waste Rubber Composites*, Composites Part B: Engineering.
3. Formela K., *Waste tire rubber-based materials: Processing, performance properties and development strategies*, Advanced Industrial and Engineering Polymer Research 5 (2022)

CL09

Jakub Wreczycki¹, Dariusz M. Bieliński², Katsiaryna Nauharodskaya², Adam Dobosz², Borys Brudnicki², Grzegorz Młostoń³

¹ Politechnika Łódzka

² Politechnika Łódzka

³ Uniwersytet Łódzki

jakub.wreczycki@p.lodz.pl

Zastosowanie soli fluorkowych w wulkanizacji siarkowej oraz dewulkanizacji kauczków dienowych

W technologii elastomerów kluczowe znaczenie mają dwa przeciwstawne procesy: wulkanizacja (czyli sieciowanie) i dewulkanizacja (rozrywanie sieci). Wulkanizacja zmienia surowy kauczuk w wytrzymały, elastyczny materiał idealny dla przemysłu, natomiast dewulkanizacja pozwala odzyskać cenne surowce, takie jak kauczuk i jego komponenty.

Energochłonny przemysł gumowy również odczuwa problem wzrostu cen energii elektrycznej, który jest spowodowany drożącymi surowcami, takimi jak węgiel i ropa naftowa. Równocześnie producenci gumy stają przed wieloma wyzwaniami, takimi jak rosnące wymagania rynkowe, konieczność obniżania kosztów produkcji oraz dążenie do ambitnych celów zrównoważonego rozwoju. To właśnie te liczne wyzwania i wymogi sprawiają, że przemysł gumowy jest obecnie jednym z najbardziej wymagających sektorów produkcyjnych. W konsekwencji pilnie potrzebne jest poszukiwanie i opracowywanie wielofunkcyjnych środków chemicznych, które umożliwią zarówno zrównoważone tworzenie elastomerów, jak i ich efektywny recykling, bez uszczerbku dla bezpieczeństwa.

Podczas prezentacji omówimy wyniki naszych badań nad zastosowaniem soli fluorkowych zarówno w procesach wulkanizacji, jak i dewulkanizacji. Przedstawimy zdolność anionu fluorkowego do oddziaływania z wiązaniami siarki elementarnej, co pozwala obniżyć temperaturę wulkanizacji siarkowej różnych kauczków dienowych. Z drugiej strony, omówimy również interakcję fluorków z mostkami siarczkowymi w usieciowanej strukturze kauczuku oraz spadek gęstości usieciowania w trakcie chemicznej lub termomechanochemicznej dewulkanizacji. Zostanie zwrócona uwaga na dwoisty charakter soli fluorkowych, dzięki któremu stanowią one nową i interesującą grupę związków chemicznych stosowanych w produkcji gumy.



Jakub Wreczycki¹, Dariusz M. Bieliński², Katsiaryna Nauharodskaya², Adam Dobosz², Borys Brudnicki², Grzegorz Mlostoń³

¹ Lodz Univeristy of Technology

² Lodz University of Technology

³ University of Lodz

jakub.wreczycki@p.lodz.pl

Application of fluoride salts in sulfur vulcanization and devulcanization of diene rubbers

From the perspective of elastomer technology, two opposing processes are fundamental: vulcanization (crosslinking) and devulcanization (decrosslinking). While vulcanization transforms raw rubber into a high-performance elastic material suitable for industrial use, devulcanization enables the recovery of strategic materials, including raw rubber and its constituent components.

The problem of rising electricity prices in recent times, driven by the increasing cost of coal and oil-based raw materials, has not bypassed the energy-intensive rubber industry. At the same time, rubber manufacturers must confront multiple challenges, including increasing market demands while cutting production costs and achieving ambitious sustainability targets. This confluence of challenges and requirements establishes the rubber industry as one of the most uniquely demanding manufacturing sectors today. Consequently, there is an urgent demand for the screening and development of multifunctional chemical agents that facilitate both sustainable elastomer formation and efficient recycling without compromising safety.

Our results of the application of fluoride salts in both vulcanization and devulcanization processes will be discussed during the presentation. The ability of the fluoride anion to interact with sulfide bonds of elemental sulfur to lower the temperature of sulfur vulcanization of various diene rubbers will be presented. On the other hand, the interaction of fluorides with sulfide bridges in the crosslinks of the rubber network and the decrease in crosslink density during chemical or thermo-mechano-chemical devulcanization will also be addressed. The dual nature of fluoride salts, which makes them a new and interesting group of chemical agents for rubber, will be highlighted.

CL10

Zdeněk Hrdlička¹, Jiří Brejcha², Ján Otruba¹, Jan Skočilas³, Jaromír Štancí³

¹ *Uniwersytet Chemii i Technologii, Praga*

² *Uniwersytet J. E. Purkyněgo, Ústí nad Labem*

³ *Czeski Uniwersytet Techniczny w Pradze*

zdenek.hrdlicka@vscht.cz

Aktywacja GTR przez napromienianie mikrofalowe oraz jej zastosowanie w formulacjach bieżnikowych opon terenowych

Zwiększenie wskaźnika recyklingu zużytych opon wciąż stanowi globalne wyzwanie. Jednym z obiecujących rozwiązań jest mielenie zużytych opon w celu uzyskania zmielonej gumy oponowej (GTR) i jej wprowadzanie do nowych mieszanek kauczukowych. Niestety, niska kompatybilność GTR z matrycą kauczukową często ogranicza właściwości użytkowe materiału. Aby zaradzić tej kwestii, GTR wstępnie potraktowano promieniowaniem mikrofalowym, stosując (i) domową kuchenkę mikrofalową (400 i 800 W przez 1 i 3 minuty) oraz (ii) urządzenie przemysłowe (500–1750 W przez 1–5 minut).

7 % GTR potraktowanego mikrofalowo włączono do mieszanki z sadzą techniczną, przeznaczonej do bieżników opon terenowych. Większość mieszanek z przetworzonym GTR wykazała właściwości porównywalne lub lepsze niż te z GTR niepoddawanym obróbce. Maksymalna wytrzymałość na rozciąganie wyniosła 16 MPa, wydłużenie przy zerwaniu 400 %, a twardość 65 ShA. Przemysłowy system mikrofalowy zapewnił wyższą wydajność i umożliwił szerszy zakres obróbki niż domowa kuchenka mikrofalowa.



Zdeněk Hrdlička¹, Jiří Brejcha², Ján Otruba¹, Jan Skočilas³, Jaromír Štanc³

¹ *University of Chemistry and Technology, Prague*

² *J. E. Purkyně University, Ústí nad Labem*

³ *Czech Technical University in Prague*

zdenek.hrdlicka@vscht.cz

Activation of GTR by microwave irradiation & application in off-road tire tread formulations

Increasing the recycling rate of scraped tyres remains a global challenge. One promising route is milling waste tyres into ground tyre rubber (GTR) and incorporating it into new rubber compounds. However, poor compatibility between GTR and the rubber matrix often limits material performance. To address this, GTR was pre-treated with microwave irradiation using (i) a household oven at 400 and 800 W for 1 and 3 minutes, and (ii) an industrial unit at 500–1750 W for 1–5 minutes.

7 % of the microwave-treated GTR was incorporated into a carbon black-filled compound designed for off-road tyre treads. Most compounds containing treated GTR achieved properties comparable to or better than those with untreated GTR. The highest tensile strength was 16 MPa, elongation at break 400 %, and hardness 65 ShA. The industrial microwave system delivered superior performance and allowed a broader processing range than the household oven.

PL4

**Maurizio Stefano Galimberti, Vincenzina Barbera, Lavinia Pitari,
Rita Picerno, Massimo Barbieri, Davide Gentile**

Politecnico di Milano

maurizio.galimberti@polimi.it

Niwelacja różnic w kompozytach elastomerowych dzięki funkcjonalizacji

Elastyczność entropowa stanowi fascynującą i kluczową właściwość elastomerów. Niemniej jednak, sama ta właściwość nie wystarcza, aby sprostać wymogom stawianym zastosowaniom elastomerów. Aby uzyskać pożądane właściwości dynamiczno-mechaniczne i wytrzymałościowe, konieczne jest dodanie napełniaczy wzmacniających. Choć sadza wykorzystywana jest od przeszło stu lat, to w kompozytach do zastosowań dynamiczno-mechanicznych o niskiej histerezie preferuje się krzemionkę. Zarówno w środowisku akademickim, jak i przemysłowym, napełniacze naturalne stanowią przedmiot pożądania większości badaczy, gdyż umożliwiają wytwarzanie materiałów w obiegu zamkniętym. Posiadanie większej swobody w doborze napełniacza wzmacniającego byłoby wysoce pożądane. Wiąże się to z techniczną umiejętnością zapewnienia optymalnego rozmieszczenia i dyspersji napełniaczy oraz tworzenia wiązań chemicznych z łańcuchami elastomeru.

Krzemionka i napełniacze naturalne, takie jak gliny i lignina, charakteryzują się polarnością, co wymaga ich skompatybilizowania z węglowodorową matrycą elastomerową.

Wykład ten przedstawia chemiczne strategie przewycięzania różnic polarności między elastomerem a polarnymi napełniaczami, takimi jak krzemionka, skupiając się na ich modyfikacji chemicznej. Zostanie omówiona funkcjonalizacja elastomerów, ze wskazaniem trzech głównych metod: funkcjonalizacji w trakcie polimeryzacji (szczególnie poprzez żywą polimeryzację anionową), modyfikacji postpolimeryzacyjnej oraz depolimeryzacji, która polega na wprowadzaniu grup funkcyjnych jako zakończeń łańcuchów i wzdłuż ich głównej struktury.

Skupimy się na omówieniu środków osłaniających i sprzęgających krzemionkę. Zostaną przeanalizowane struktury molekularne chemicznie modyfikowanych elastomerów i krzemionki, a także ich zachowanie w kompozytach elastomerowych, ze szczególnym naciskiem na korelację między strukturą a właściwościami.

PL4

**Maurizio Stefano Galimberti, Vincenzina Barbera, Lavinia Pitari,
Rita Picerno, Massimo Barbieri, Davide Gentile**

Politecnico di Milano

maurizio.galimberti@polimi.it

Bridging the gaps in elastomer composites through functionalization

Entropic elasticity is the fascinating, iconic feature of elastomers. Though, it is not sufficient to fulfil the requirements of elastomers applications. Reinforcing fillers must be added, to achieve target dynamic-mechanical and tensile properties. Carbon black has been used for over hundred years, while silica is the preferred filler in composites for dynamic-mechanical applications with low hysteresis. Natural fillers are the object of desire for most researchers, in both academic and industrial worlds, as they enable the preparation of circular materials. It would be highly desirable to have degrees of freedom for the selection of the reinforcing filler. This implies the technical ability to achieve ultimate distribution and dispersion of the fillers and to establish chemical bonds with the elastomer chains.

Silica and natural fillers, such as clays and lignin, have a polar nature and need to be compatibilized with a hydrocarbon elastomer matrix.

This lecture examines chemical strategies for bridging the gap of polarity between elastomer and a polar filler such as silica, focusing on their chemical modification. Elastomer functionalization will be discussed, highlighting three major pathways: functionalization during polymerization, particularly via living anionic polymerization, post-polymerization modification, and depolymerization, introducing functional groups as chain ends and along the backbone chain.

Shielding and coupling agents of silica will be discussed. The molecular structures of chemically modified elastomers and silica will be examined and their behavior in elastomer composites will be discussed, focusing the attention on structure-property correlation.



Ivan Hudec, Michaela Džuganová, Ján Kruželák

Słowacki Uniwersytet Techniczny w Bratysławie

ivan.hudec@stuba.sk

Wykorzystanie biopolimerów w mieszankach gumowych: od przetwórstwa po gospodarkę odpadami

Badanie to analizuje możliwości zastosowania biopolimerów, a konkretnie ligniny i lignosulfonianów, jako komponentów w mieszankach gumowych. Analizie poddano ich oddziaływanie na wulkanizację oraz właściwości i trwałość mieszanek gumowych i wulkanizatów. Z uzyskanych wyników wynika, że zarówno właściwości mechaniczne, jak i przebieg wulkanizacji zależą w dużym stopniu od rodzaju biopolimeru oraz matrycy kauczukowej. Co więcej, dodanie plastyfikatorów do kompozytów z ligniną i lignosulfonianami może istotnie wpłynąć na poprawę ich właściwości mechanicznych.

Lignina ma obiecujące zastosowanie jako stabilizator mieszanek gumowych. Porównano skuteczność działania tych naturalnych stabilizatorów z efektywnością tradycyjnego stabilizatora IPPD. Z badań wynika, że ligniny kraft pełnią funkcję stabilizującą zbliżoną do IPPD. Dodatkowo, rezultaty badań wykazały, że próbki stabilizowane IPPD oraz ligniną charakteryzują się większą odpornością na przyspieszone starzenie termooksydacyjne.

Ostatnią kwestią poruszoną w badaniu jest termomechaniczna dewulkanizacja, proces selektywnie rozrywający wiązania siarka-węgiel oraz siarka-siarka, ale nie naruszający szkieletu polimeru. Z analizy wynika, że lignina kraft ma duży potencjał i może być z powodzeniem wykorzystywana w procesach dewulkanizacji i recyklingu zużytego granulatu gumowego. Dowiedziono, że lignina kraft odgrywa podwójną rolę: wspiera ekologiczne zarządzanie odpadami gumowymi i jednocześnie podnosi jakość mieszanek gumowych z dodatkiem dewulkanizatów.

Podziękowania

Praca została dofinansowana przez Słowacką Agencję Badań i Rozwoju na podstawie umowy nr APVV-22-0011.

KL7

Ivan Hudec, Michaela Džuganová, Ján Kruželák*Slovak University of Technology in Bratislava*

ivan.hudec@stuba.sk

Utilization of biopolymers in rubber compounds: from processing to waste management

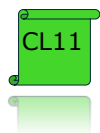
The study presents an overview of the potential for utilizing biopolymers, specifically lignins and lignosulfonates, as components in rubber compounds. It examines their influence on the vulcanization process, as well as the properties and stability of rubber compounds and vulcanizates. The results demonstrate that vulcanization characteristics and mechanical properties are strongly dependent on the specific type of both the biopolymer and the rubber matrix. Furthermore, the incorporation of plasticizers into lignin- and lignosulfonate-filled compounds can significantly improve the mechanical properties of the final products.

A promising application for lignin lies in the stabilization of rubber compounds. The efficiency of these natural stabilizers was compared with the conventional stabilizer IPPD. The results show that kraft lignins exhibit a stabilizing effect comparable to IPPD. Moreover, the findings confirmed enhanced resistance toward accelerated thermo-oxidative aging in samples stabilized with both IPPD and lignin.

Finally, the study addresses the process of thermo-mechanical devulcanization, aimed at selectively cleaving sulfur-carbon and sulfur-sulfur crosslinks while preserving the polymer backbone. This investigation reveals that kraft lignin possesses significant potential as an advantageous component in the devulcanization and reprocessing of waste rubber crumb. These outcomes indicate that kraft lignin serves a dual function: advancing the environmental sustainability of rubber waste management while simultaneously improving the performance of rubber compounds incorporating devulcanizates.

Acknowledgement

This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contract No. APVV-22-0011

**Marek Gardavsky***Flexilis GmbH*

marek.gardavsky@flexilis.eu

Wybrane naturalne krzemiany: podejście do zrównoważonej innowacji

Prezentacja przedstawia zastosowanie specjalnych krzemianów w mieszankach oponiarskich. Produkty te znajdują zastosowanie także w technice gumowej.

Krzemiany ekstrahowane na sucho do stosowania w mieszankach warstwy wewnętrznej, częściowo zastępujące sadzę techniczną

1. Lepsze formowanie przepony w procesie wulkanizacji (żywołność wydłużona nawet o 10 %)
2. Niższe przenikanie mieszanki warstwy wewnętrznej do osnowy (do 30 %)
3. Niższa przepuszczalność gazu (do 15 %)

Ten sam materiał może być również stosowany w mieszankach izolacyjnych (kable) oraz we wszelkiego rodzaju produktach o wysokiej odporności chemicznej i niskiej przepuszczalności dla gazu i powietrza.

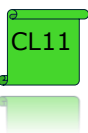
Ekstrakcja na mokro; Zdefiniowany krzemian o bardzo małym rozmiarze cząstek pierwotnych do mieszanek gumujących (stal)

1. Zastępowanie wiązania chemicznego (żywic fenolowych) przez fizyczne przyciąganie między gładkimi powierzchniami
2. Ulepszona adhezja zielonej (zwulkanizowanej) gumy do stali (drut/kord)

Niższy wskaźnik awarii dzięki ulepszonej stabilności gumowanego produktu niewulkanizowanego

Uczestnicy uzyskają wiedzę w następujących obszarach:

- Charakterystyka naturalnych krzemianów, kluczowe czynniki ich zastosowania w mieszankach oponiarskich;
- Technologia produkcji naturalnych krzemianów, proces ekstrakcji na sucho i na mokro;
- Sposób, w jaki alternatywne napełniacze funkcjonalne i dodatki mogą poprawić parametry procesu w konfekcjonowaniu i wulkanizacji opon;
- Lokalne, naturalne produkty wytwarzane w zrównoważony sposób poprawiają ślad węglowy. Naturalne krzemiany są również produktami o niskiej cenie;
- Oszczędność kosztów surowców pierwotnych. Oszczędność na kosztach procesów wtórnych, zwłaszcza w wysoce zautomatyzowanych procesach produkcyjnych.

**Marek Gardavsky***Flexilis GmbH*

marek.gardavsky@flexilis.eu

Selected natural silicates: an approach to sustainable innovation

Presentation shows the application of special silicates in tire compounds. The products can be used in technical rubber applications as well.

Dry extracted silicates for use in innerliner compounds, replacing partly carbon black

1. Improved bladder shaping in vulcanization process (longer bladder life up to 10 %)
2. Lower thru put of innerliner compound into carcass (up to 30 %)
3. Lower gas permeability (up to 15 %)

The same material can be used also in insulation compounds (Cable) and all kind of products with high chemical resistance and low gas, air permeability

Wet extraction; Defined silicate with very small primary particle size particles for rubberizing compounds (steel)

1. Replacing chemical bond (phenolic resins) by physical attraction between smooth surfaces
2. Improved adhesion of green (vulcanized) rubber to steel (wire/cord)
3. Lower ratio of failure through improved stability of rubberized vulcanized product

Audience will learn:

- Characteristic of natural silicates, key factors in use for tire compounds;
- Production technology of natural silicates, dry and wet extraction process;
- The way, alternative functional fillers, additives can improve process parameter in tire confection and vulcanization;
- Local, natural products produced in sustainable way improve the CO₂ footprint. Natural silicates are also low price products;
- Cost saving in primary material costs. Cost saving in secondary process costs, especially in highly automatized production processes.

CL12

Katarzyna Rucińska, Ewa Osuchowska

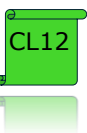
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Materiałów Polimerowych

katarzyna.rucinska@impib.lukasiewicz.gov.pl

Wpływ różnych zmodyfikowanych napełniaczy na właściwości antybakteryjne i fizyko-mechaniczne NBR

Przygotowano mieszanki kauczuku butadienowo-akrylonitrylowego (NBR) wzbogacone o rozmaite substancje antybakteryjne. Syntetyzowane dodatki włączono do matrycy elastomerowej i oceniono ich wpływ na właściwości przeciwdrobnoustrojowe oraz fizyko-mechaniczne otrzymanych materiałów. Dyspersję fazy modyfikującej w strukturze kauczuku analizowano za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM).

Aktywność antybakteryjną oceniono wobec szczepów referencyjnych *Escherichia coli* (ATCC 8739) i *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538P) zgodnie z normą ISO 22196:2011. Najskuteczniejsze dodatki zapewniły redukcję bakterii do 99 %. Ponadto, wszystkie badane modyfikatory poprawiły wybrane właściwości fizykomechaniczne kauczuku butadienowo-akrylonitrylowego. Uzyskane wyniki są przedmiotem zgłoszenia patentowego P.442887.



Katarzyna Rucińska, Ewa Osuchowska

Łukasiewicz Research Network – Institute of Polymer Materials

katarzyna.rucinska@impib.lukasiewicz.gov.pl

Effect of various modified fillers on the antibacterial and physicomechanical properties of NBR

Compositions of acrylonitrile–butadiene rubber (NBR) modified with various antibacterial agents were developed. The synthesized additives were incorporated into the elastomer matrix, and their effects on the antimicrobial performance and physicomechanical properties of the resulting materials were evaluated. The dispersion of the modifying phase within the rubber structure was analyzed using scanning electron microscopy (SEM).

Antibacterial activity was assessed against reference strains *Escherichia coli* (ATCC 8739) and *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538P) in accordance with ISO 22196:2011. The most effective additives provided bacterial reduction rates of up to 99 %. In addition, all tested modifiers improved selected physicomechanical properties of acrylonitrile–butadiene rubber. The obtained results are the subject of patent application P.442887.

**Amrish Padmakumar***Birla Carbon*

amrish.padmakumar@adityabirla.com

Szkolenie dotyczące sadzy technicznej

Sadza techniczna to fundament współczesnego wzmacniania gumy. Jednakże, skomplikowane mechanizmy naukowe rządzące jej zachowaniem są często mniej zrozumiałe niż sugerowałoby jej powszechne wykorzystanie. Podczas tej sesji szkoleniowej dogłębnie przeanalizujemy sadzę techniczną, uwypuklając złożone powiązania między warunkami jej wytwarzania a kluczowymi właściwościami, które wspólnie kształtują reologię mieszanek, dynamiczną odpowiedź mechaniczną oraz ostateczne parametry użytkowe. Uczestnicy szczegółowo przeanalizują kluczowe zależności między strukturą a właściwościami, takie jak kinetyka dyspersji, mechanizmy wzmacniania zależne od odkształcenia, zjawisko histerezy oraz odporność na ścieranie.

Program szkolenia obejmuje także za-awansowane metody selekcji gatunków, ze szczególnym naciskiem na ocenę kompromisów, modelowanie predykcyjne oraz strategię opracowywania mieszanek o wysokiej wydajności. Na zakończenie sesji uczestnicy zapoznają się ze zrównoważonymi materiałami węglowymi nowej generacji (SCM). Omówione zostanie ich znaczenie oraz sposoby włączania ich do receptur gumowych, z zachowaniem równowagi między aspektami ekologicznymi a wydajnością.

Po zakończeniu szkolenia uczestnicy nie tylko zdobędą kompleksową wiedzę o sadzy technicznej i głębsze zrozumienie zależności między jej fundamentalnymi właściwościami a wydajnością gumy, ale także zyskają perspektywę na to, jak rozwijające się technologie SCM wpłyną na projektowanie zaawansowanych elastomerów w przyszłości.

**Amrish Padmakumar***Birla Carbon*

amrish.padmakumar@adityabirla.com

Course on Carbon Black

Carbon black remains a cornerstone of modern rubber reinforcement, yet the nuanced science governing its behavior is often less understood than its widespread use suggests. This training session offers an in-depth technical exploration of carbon black, highlighting the intricate relationships among production conditions, fundamental properties that collectively influence compound rheology, dynamic mechanical response, and end-use performance. Participants will undertake a thorough analysis of key structure property relationships, including dispersion kinetics, strain-dependent reinforcement mechanisms, hysteresis behavior, and wear resistance.

The program also covers advanced grade-selection techniques, emphasizing trade-off assessments, predictive modeling, and strategies for high-performance compound development. The session concludes with an examination of next-generation sustainable carbonaceous materials (SCMs), discussing their significance and methods for integrating them into rubber formulations while balancing sustainability and performance.

By the end, participants will have a comprehensive understanding of carbon black, deeper insights into the relationship between carbon black's fundamental properties and rubber performance, and a forward-looking view of how emerging SCM technologies will shape advanced elastomer design in the years ahead.



Juan Lopez Valentin, Fernando Martin Salamanca, Marina Montero Escriva, Maialen Narvaez Fagoaga

Instytut Nauki i Technologii Polimerów (ICTP-CSIC)
jlvalentin@ictp.csic.es

Zastosowanie TD-NMR w badaniach i technologii gumy

Przez ostatnie dekady eksperymenty protonowego NMR w domenie czasu, realizowane na spektrometrach niskopoloowych, dowiodły swojej przydatności w nauce i technologii gumy. Ta praktyczna i wszechstronna metoda eksperymentalna dostarcza molekularnych informacji o dynamice i strukturze próbek gumy. Dzięki temu możliwe jest lepsze zrozumienie zależności struktura-właściwości, co z kolei toruje drogę do racjonalnego projektowania i rozwoju materiałów gumowych.

W niniejszym opracowaniu analizujemy fundamentalne aspekty zależności między parametrami obserwowalnymi w NMR a molekularnym parametrem porządku makrocząsteczek, a także ich związek ze strukturą i dynamiką sieci gumowej. Metoda ta umożliwia ilościową i kompleksową charakterystykę wolnych końców łańcuchów, liczby usieciowań oraz ich przestrzennego rozmieszczenia, a także pozwala określić ich wpływ na dynamikę gumy. Tym samym, metoda ta wniosła nowe perspektywy w kluczowe obszary nauki i technologii gumy, takie jak dynamika gumy, wulkanizacja, procesy starzenia oraz recykling.

Wreszcie, prezentujemy świeże spojrzenie na zagadnienie wzmacniania gumy. To złożone zjawisko ma podłoże molekularne, obejmujące strukturę sieci gumowej, interakcje napełniacz-kauczuk i napełniacz-napełniacz oraz współczynniki wzmocnienia. Ich ilościowe określenie jest jednak nadal sporym wyzwaniem. Aby rozwiązać ten problem, opracowano pionierską metodologię eksperymentalną. Umożliwia ona charakteryzowanie interfejsu kauczuk-napełniacz w nanoskali, łącząc techniki ^1H Multiple-Quantum NMR, pęcznienia równowagowego i eksperymentów mechanicznych. Dzięki temu udało się stworzyć wspólne ramy fizyczne dla tych trzech podejść oraz opracować nowy, zintegrowany protokół analizy.

PL5

Juan Lopez Valentin, Fernando Martin Salamanca, Marina Montero Escriva, Maialen Narvaez Fagoaga

Institute of Polymer Science and Technology (ICTP-CSIC)
jlvalentin@ictp.csic.es

Time-domain NMR in rubber science & Technology

Over the past few decades, proton time-domain NMR experiments performed on low-field spectrometers have demonstrated their potential applicability to rubber science and technology. This feasible and versatile experimental approach enables us to obtain molecular-level information on the dynamics and structure of rubber samples, with the aim of improving our understanding of structure-property relationships for a rational design and development of rubber materials.

In this contribution, we review some fundamental aspects of the relationship between the NMR observable and the molecular order parameter of macromolecules, and its link with the rubber network structure and dynamics. It provides the opportunity to obtain a quantitative and comprehensive characterization of dangling chain ends, number of cross-links and their spatial distribution, as well as their effect on the rubber dynamics. Consequently, this experimental approach has provided novel insights into different fundamental areas of rubber science and technology, such as rubber dynamics, vulcanization, ageing and recycling.

Finally, we present some new insights into the field of rubber reinforcement. This complex phenomenon is based on molecular arguments, such as the rubber network structure, the filler-rubber and filler-filler interactions as well as the amplification factors, although quantifying them is still a complex challenge. To address this issue, a pioneering experimental methodology has been developed to characterize the rubber-filler interface at the nanoscale by combining ^1H Multiple-Quantum NMR, equilibrium swelling and mechanical experiments, hence establishing a common physical framework between the three approaches and developing a novel combined analysis protocol.

**Mauro Belloni***Gibitre Instruments s.r.l.*

mauro.belloni@gibitre.it

Nowe możliwości generowania krzywej płynięcia podczas wieloprędkościowych pomiarów lepkości stacjonarnej przy użyciu wiskozymetru Mooneya firmy Gibitre. Analiza danych i porównanie z wynikami z reometru kapilarnego

Niniejsza prezentacja omawia nowe funkcje Gibitre MV, które pozwalają na generowanie krzywych płynięcia z testów lepkości w stanie stacjonarnym. Udoskonalona metoda analizy danych pozwala przekształcić pomiary lepkości w stanie stacjonarnym w krzywe płynięcia, obejmujące istotny zakres szybkości ścinania. Wiskozymetr Gibitre MV przeprowadza pojedynczy test, w którym sekwencyjnie aplikowane są różne prędkości wirnika. Pozwala to na zebranie danych lepkości w zmiennych warunkach ścinania w ramach jednego pomiaru. Wyniki uzyskane za pomocą wiskozymetru Gibitre MV analizuje się i zestawia z danymi referencyjnymi pochodzącymi z pomiarów reometrem kapilarnym. Porównanie to podkreśla stopień zgodności między obiema metodami, analizując ich mocne i słabe strony, a także możliwości, jakie daje Gibitre MV jako praktyczne i efektywne narzędzie do badania krzywych płynięcia, zarówno w laboratoriach, jak i w przemyśle.

**Mauro Belloni***Gibitre Instruments s.r.l.*

mauro.belloni@gibitre.it

New features for generating a flow curve using multi-speed steady-state viscosity tests with the Gibitre Mooney viscometer. Data analysis and comparison with capillary rheometer.

This presentation introduces new features of the Gibitre MV for generating flow curves from steady state viscosity tests. The updated data analysis approach allows the conversion of steady state viscosity measurements into flow curves over a relevant shear rate range. The Gibitre MV performs a single test in which multiple rotor speeds are sequentially applied, enabling the acquisition of viscosity data at different shear conditions within one measurement. The results obtained with the Gibitre MV are analyzed and compared with reference data from capillary rheometer measurements. The comparison highlights the level of agreement between the two methods, discussing advantages, limitations, and the potential of the Gibitre MV as a practical and efficient tool for flow curve evaluation in both research and industrial applications.

CL14

Evghenii Harea¹, Sanjoy Datta¹, Radek Stoček¹, Sven Wießner², Amit Das²

¹ Uniwersytet Tomasza Baty w Zlinie

² Instytut Badań Polimerów im. Leibniza w Dreźnie

harea@utb.cz

Reometria piezorezystywna – nowa metoda opisująca kinetykę tworzenia się sieci w przewodzących mieszkach kauczukowych

Zrozumienie kinetyki tworzenia sieci podczas wulkanizacji ma zasadnicze znaczenie zarówno dla reologii podstawowej, jak i dla opracowywania wysokowydajnych materiałów kauczukowych. Konwencjonalne metody charakteryzacji w znacznym stopniu polegają na reometrze z ruchomą matrycą (MDR), który pozwala na pomiary momentu obrotowego, odzwierciedlające ewolucję właściwości lepkośćprężystych w miarę postępu sieciowania. Mimo że MDR stanowi branżowy standard wyznaczania parametrów takich jak czas indukcji, odporność na podwulkanizowanie i optymalny czas wulkanizacji, jego pomiary odzwierciedlają jedynie *globalną odpowiedź mechaniczną mieszanki*. W rezultacie MDR daje jedynie ograniczony wgląd w lokalne procesy strukturalne, zwłaszcza te dotyczące sieci przewodzących napełniaczy, obszarów kauczuku związanego i niejednorodnego przebiegu wulkanizacji.

W niniejszym opracowaniu przedstawiamy reometrię piezorezystywną (PRR) jako nowatorską metodę do charakteryzowania kinetyki tworzenia sieci w przewodzących mieszkach kauczukowych. PRR monitoruje zmiany oporu elektrycznego *in situ* podczas wulkanizacji, wykorzystując wrażliwość uformowanych sieci przewodzących na przemiany strukturalne zachodzące w całym procesie sieciowania. Metoda PRR wykrywa zmiany oporu z dużą rozdzielczością czasową oraz podwyższoną czułością na mikrostrukturalne przemiany zachodzące w sąsiedztwie agregatów napełniacza. Ta konfiguracja umożliwia PRR obserwację procesów tworzenia, przerywania i ponownego łączenia się ścieżek przewodzących, w miarę jak matryca polimerowa przechodzi ze stanu lepkiego w usieciowaną sieć elastyczną.

Niniejsza praca potwierdza, że reometria piezorezystywna stanowi obiecujące rozszerzenie zestawu narzędzi reologicznych do badania przewodzących mieszanek kauczukowych, zapewniając podwyższoną czułość na interakcje między napełniaczem a kauczukiem oraz otwierając nowe perspektywy dla lepszego zrozumienia procesów wulkanizacji.



Evghenii Harea¹, Sanjoy Datta¹, Radek Stoček¹, Sven Wießner², Amit Das²

¹ *Uniwersytet Tomáše Baty w Zlinie*

² *Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden*

harea@utb.cz

Piezoresistive rheometry – a new method for characterizing the kinetics of network formation in conductive rubber compounds

Understanding the kinetics of network formation during vulcanization is essential for both fundamental rheology and the development of high-performance rubber materials. Conventional characterization relies heavily on the Moving Die Rheometer (MDR), which provides torque-based measurements reflecting the evolution of viscoelastic properties as crosslinking progresses. Although MDR is the industrial standard for determining parameters such as induction time, scorch safety, and optimum cure time, its measurements represent the *global* mechanical response of the compound. As a result, MDR offers limited insight into local structural processes, particularly those associated with conductive filler networks, bound-rubber regions, and heterogeneous curing behavior.

In this contribution, we introduce Piezoresistive Rheometry (PRR) as a new method for characterizing the kinetics of network formation in conductive rubber compounds. PRR monitors the evolution of electrical resistance *in situ* during vulcanization, exploiting the sensitivity of percolated conductive networks to structural rearrangements occurring throughout the curing process. PRR detects resistance changes with high temporal resolution and enhanced sensitivity to microstructural transformations in the vicinity of filler aggregates. This configuration allows PRR to capture the formation, disruption, and reconnection of conductive pathways as the polymer matrix transitions from a viscous state to a crosslinked elastic network.

This work establishes piezoresistive rheometry as a promising addition to the rheological toolbox for conductive rubber compounds, offering enhanced sensitivity to filler-rubber interactions and new opportunities for advancing the understanding of vulcanization processes.

CL15

Tomasz Gozdek¹, Katarzyna Klajn¹, Dominik Pietrzak², Julita Sadurska¹, Jakub Tarnowski³, Franciszek Osowski¹, Dariusz M. Bieliński¹

¹ Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Politechnika Łódzka

² K-FLEX Polska Sp. z o. o.

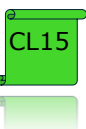
³ SKN "Nano", Politechnika Łódzka

tomasz.gozdek@p.lodz.pl

GC-IMS jako narzędzie badawcze w technologii gumy

Technika GC-IMS (*Gas Chromatography–Ion Mobility Spectrometry*) łączy rozdzielczość chromatografii gazowej z czułą detekcją spektrometrii ruchliwości jonów, umożliwiając szybkie i selektywne oznaczanie lotnych związków chemicznych. Na pierwszym etapie mieszanina analitów jest rozdzielana w kolumnie GC, a następnie wprowadzana do komory IMS, gdzie jony migrują w polu elektrycznym w zależności od swojej masy, kształtu i przekroju zderzeniowego. GC-IMS charakteryzuje się krótkim czasem analizy, wysoką czułością oraz zdolnością do pracy w warunkach terenowych. Metoda ta znajduje szerokie zastosowania w analizie żywności, monitorowaniu jakości powietrza, detekcji substancji toksycznych, badaniach klinicznych czy analizie zapachów i aromatów. Dzięki jednoczesnej rejestracji sygnałów chromatograficznych i widm ruchliwości, GC-IMS stanowi narzędzie do profilowania złożonych matryc i identyfikacji unikalnych markerów chemicznych.

Powyższe cechy sprawiły, że GC-IMS zaczęto z powodzeniem wykorzystywać również w technologii gumy. W ostatnich latach obserwuje się dynamiczny wzrost popularności tej techniki, czemu towarzyszy systematyczna rozbudowa baz widm referencyjnych dla surowców, półproduktów oraz procesów charakterystycznych dla przemysłu gumowego. GC-IMS umożliwia nie tylko autentykację i identyfikację komponentów stosowanych w mieszkankach, ale także monitorowanie procesów chemicznych zachodzących w gumie zarówno podczas przetwórstwa, jak i w trakcie użytkowania. Coraz częściej technika ta stanowi alternatywę lub uzupełnienie klasycznych metod analitycznych używanych do oceny jakości surowców i kontroli procesów w technologii gumy, oferując szybszą i bardziej selektywną charakterystykę profili lotnych.



Tomasz Gozdek¹, Katarzyna Klajn¹, Dominik Pietrzak², Julita Sadurska¹, Jakub Tarnowski³, Franciszek Osowski¹, Dariusz M. Bieliński¹

¹ *Institute of Polymer and Dye Technology, Lodz University of Technology*

² *K-FLEX Polska Sp. z o. o.*

³ *SKN "Nano", Lodz University of Technology*

tomasz.gozdek@p.lodz.pl

GC-IMS as a research tool in rubber technology

The GC-IMS technique (*Gas Chromatography–Ion Mobility Spectrometry*) combines the resolution of gas chromatography with sensitive ion mobility spectrometry detection, enabling rapid and selective determination of volatile chemical compounds. In the first stage, the mixture of analytes is separated in a GC column and then introduced into the IMS chamber, where ions migrate in an electric field depending on their mass, shape, and collision cross-section. GC-IMS is characterized by a short analysis time, high sensitivity, and the ability to operate in field conditions. This method finds wide applications in food analysis, air quality monitoring, detection of toxic substances, clinical research, and the analysis of odors and aromas. Thanks to the simultaneous recording of chromatographic signals and mobility spectra, GC-IMS is a tool for profiling complex matrices and identifying unique chemical markers.

The above features have led to GC-IMS also being successfully used in rubber technology. In recent years, there has been a dynamic increase in the popularity of this technique, accompanied by a systematic expansion of reference spectral databases for raw materials, semi-finished products, and processes characteristic of the rubber industry. GC-IMS enables not only the authentication and identification of components used in mixtures, but also the monitoring of chemical processes occurring in rubber both during processing and during use. Increasingly, this technique serves as an alternative or complement to classical analytical methods used for assessing the quality of raw materials and controlling processes in rubber technology, offering a faster and more selective characterization of volatile profiles.

CL16

Agata Domańska, Ewa Osuchowska, Aneta Stępkowska, Justyna Wróbel

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Materiałów Polimerowych
agata.domanska@impib.lukasiewicz.gov.pl

Kontrola jakości od surowców do wyrobów gumowych

Celem niniejszej pracy jest analiza procesów kontroli jakości w przemyśle gumowym, ze szczególnym uwzględnieniem całego cyklu produkcyjnego – od weryfikacji surowców wejściowych, przez nadzór nad procesami technologicznymi, aż po badanie gotowych wyrobów.

Skupiono się na kluczowych parametrach fizyko-mechanicznych poddawanych kontroli, takich jak lepkość mieszanki, twardość, wytrzymałość na rozciąganie oraz odporność na starzenie.

Rygorystyczna kontrola surowców (kauczuku, napelniaczy i dodatków) jest kluczowa dla zapewnienia powtarzalności parametrów technicznych gotowych produktów. Monitorowanie procesu wytwarzania w czasie rzeczywistym pozwala na znaczną redukcję odrzuconych partii oraz optymalizację kosztów produkcji.

Skuteczny system kontroli jakości w przetwórstwie gumy nie ogranicza się jedynie do inspekcji końcowej, lecz stanowi zintegrowany proces zarządzania ryzykiem. Wdrożenie cyklicznych badań kontrolnych przekłada się na wyższą jakość wyrobów gumowych.



Agata Domańska, Ewa Osuchowska, Aneta Stępkowska, Justyna Wróbel

Łukasiewicz Research Network – Institute of Polymer Materials
agata.domanska@impib.lukasiewicz.gov.pl

Quality control from raw materials to rubber products

The aim of this work is to analyze quality control processes in the rubber industry, with particular emphasis on the entire production cycle – from verification of input raw materials, through supervision of technological processes, to testing of finished products.

The focus was on key physico-mechanical parameters subject to control, such as compound viscosity, hardness, tensile strength, and aging resistance.

Rigorous control of raw materials (rubber, fillers, and additives) is crucial for ensuring the repeatability of technical parameters of finished products. Real-time monitoring of the manufacturing process allows for a significant reduction in rejected batches and optimization of production costs.

An effective quality control system in rubber processing is not limited to final inspection but constitutes an integrated risk management process. The implementation of cyclical control tests translates into higher quality rubber products.

**Anna Masek***Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Instytut Technologii Polimerów i Barwników*

anna.masek@p.lodz.pl

Proekologiczne biokompozyty elastomerowe o zwiększonej odporności na starzenie

Na wykładzie zostaną omówione elastomery pozyskiwane z roślin, obejmujące zarówno kauczuk naturalny otrzymywany z drzewa kauczukowego, jak i elastomery wytwarzane z europejskich surowców roślinnych. Zaprezentowane zostaną nowe kierunki rozwoju elastomerów i modyfikatorów, które wpisują się w zasady zrównoważonego rozwoju. Dodatkowo omówione zostaną metody chemicznej modyfikacji elastomerów z wykorzystaniem naturalnych substancji przeciwstarzeniowych, takich jak np. polifenole, karotenoidy i tokoferole oraz roślinnych bionapełniaczy wpływających na właściwości użytkowe materiału oraz możliwość kompostowania.

Ważną częścią wykładu będą zagadnienia związane z procesami starzenia elastomerów wraz z omówieniem mechanizmów (bio)stabilizacji mających na celu spowolnienie degradacji oraz zachowanie właściwości użytkowych wyrobów gumowych w trakcie ich eksploatacji. Przedstawione zostaną również metody symulowanego starzenia materiałów oraz zaawansowane techniki badawcze służące do analizy zmian właściwości fizykochemicznych niezbędnych przy wyznaczaniu ich trwałości oraz doborze odpowiednich biostabilizatorów [1-4]. Zagadnienia te zaprezentowane będą w kontekście projektowania biomateriałów elastomerowych z kontrolowanym czasem degradacji.

1. Magana I., Lopez R., Enriquez-Medrano F. J., Kumar S., Aguilar-Sanchez A., Handa R., Diaz de Leon R., Valencia L. (2022). **Journal of Materials Chemistry A**, Issue 10.
2. Kirschweng B., Tatraaljai D., Földes E., Pukanszky B. (2017) **Polymer Degradation and Stability**, 145, 25–40.
3. Masek A. (2015) **Polymers**, 7(6), 1125–1144.
4. Plota A., Masek A. (2023). *Analysis of the aging and stabilization processes in cyclic polyolefins containing various natural or synthetic stabilizers*. **Polymer**, 273, 125879.

PL6**Anna Masek***Lodz University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Polymer and Dye Technology*

anna.masek@p.lodz.pl

Pro-ecological elastomeric biocomposites with enhanced aging resistance

Elastomers obtained from plants will be discussed in the lecture, including both natural rubber obtained from the rubber tree and elastomers produced from European plant raw materials. New directions in the development of elastomers and modifiers, which align with the principles of sustainable development, will be presented. Additionally, methods of chemical modification of elastomers will be discussed, using natural anti-aging substances, such as polyphenols, carotenoids, and tocopherols, and plant biofillers affecting the utility properties of the material and the possibility of composting.

An important part of the lecture will be issues related to the aging processes of elastomers, along with a discussion of (bio)stabilization mechanisms aimed at slowing down degradation and preserving the utility properties of rubber products during their operation. Also, methods of simulated aging of materials and advanced research techniques will be presented, used for analyzing changes in physicochemical properties necessary for determining their durability and selecting appropriate biostabilizers [1-4]. These issues will be presented in the context of designing elastomeric biomaterials with controlled degradation time.

1. Magana I., Lopez R., Enriquez-Medrano F. J., Kumar, S., Aguilar-Sanchez A., Handa R., Diaz de Leon R., Valencia L. (2022). **Journal of Materials Chemistry A**, Issue 10.
2. Kirschweng B., Tatraaljai D., Földes E., Pukanszky B. (2017) **Polymer Degradation and Stability**, 145, 25–40.
3. Masek A. (2015) **Polymers**, 7(6), 1125–1144.
4. Plota A., Masek A. (2023). *Analysis of the aging and stabilization processes in cyclic polyolefins containing various natural or synthetic stabilizers*. **Polymer**, 273, 125879.

CL17

Kamila Rułka, Anna Masek*Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Instytut Technologii Polimerów i Barwników*

kamila.rulka@dokt.p.lodz.pl

Synteza i modyfikacja materiałów elastomerowych na bazie surowców pochodzenia roślinnego

Rosnące zapotrzebowanie na materiały polimerowe o zmniejszonym wpływie na środowisko naturalne, skłania do poszukiwań surowców stanowiących alternatywę dla monomerów pochodzenia petrochemicznego. Obiecującą grupą takich związków są terpeny, węglowodory naturalnie obecne w olejkach eterycznych i żywicach roślinnych m.in. drzew iglastych. Ich budowa chemiczna składająca się z jednostek izoprenowych, umożliwia wykorzystanie ich do syntezy elastomerów o właściwościach zbliżonych do kaucuków syntetycznych.

W przedstawionych badaniach opisano syntezę materiałów elastomerowych z wykorzystaniem wybranych terpenów jako monomerów. Dla pozyskanych próbek wykonano badania oceniające ich właściwości termiczne, mechaniczne oraz zbadano ich strukturę chemiczną. Otrzymane materiały poddano również procesom przyspieszonego starzenia w celu określenia ich odporności na warunki atmosferyczne. Uzyskane produkty potencjalnie mogą być wykorzystane w produkcji materiałów technicznych, powłok ochronnych oraz elastomerów specjalistycznych charakteryzujące się mniejszym wpływem na środowisko oraz wpisujące się w zasady zielonej chemii.



Kamila Rułka, Anna Masek

Lodz University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Polymer and Dye Technology

kamila.rulka@dokt.p.lodz.pl

Synthesis and modification of elastomeric materials based on raw materials of plant origin

The growing demand for polymeric materials with reduced environmental impact prompts the search for raw materials that are an alternative to petrochemical monomers. A promising group of such compounds are terpenes, hydrocarbons naturally present in essential oils and plant resins, e.g., coniferous trees. Their chemical structure, consisting of isoprene units, enables their use in the synthesis of elastomers with properties similar to synthetic rubbers.

The presented studies describe the synthesis of elastomeric materials using selected terpenes as monomers. For the obtained samples, studies were conducted evaluating their thermal and mechanical properties, and their chemical structure was investigated. The obtained materials were also subjected to accelerated aging processes to determine their resistance to atmospheric conditions. The obtained products can potentially be used in the production of technical materials, protective coatings, and specialized elastomers characterized by a lower environmental impact and aligning with the principles of green chemistry.

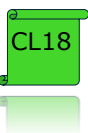
CL18

Konrad Mrozowski, Aleksandra Smejda-Krzewicka*Politechnika Łódzka*

konrad.mrozowski@dokt.p.lodz.pl

**Proszek z szyszek sosny jako funkcjonalny bionapełniacz elastomerów:
modyfikacja, właściwości i potencjalne zastosowania**

W ostatnich latach rośnie zainteresowanie wykorzystaniem surowców odnawialnych i odpadów do projektowania biokompozytów elastomerowych, zarówno z perspektywy środowiskowej, jak i technologicznej. Proszek z szyszki sosny stanowi obiecujący bionapełniacz, będący odpadem przemysłu leśnego, którego zagospodarowanie wpisuje się w koncepcję gospodarki o obiegu zamkniętym. Materiał ten charakteryzuje się lignocelulozową strukturą oraz obecnością licznych grup hydroksylowych, co umożliwia jego efektywną modyfikację chemiczną w celu poprawy kompatybilności z matrycą elastomerową. W pracy wytworzono biokompozyty oparte na kauczuku naturalnym (NR), napełnione niemodyfikowanym oraz modyfikowanym proszkiem z szyszki sosny. Zastosowano silanizację (*n*-oktadecylotrimetoksylanem, winylotrimetoksylanem lub 3-aminopropylotrimetoksylanem) lub estryfikację chlorkiem palmitoilu. Skuteczność modyfikacji oceniono, analizując widma FTIR oraz właściwości powierzchniowe. Każda z przeprowadzonych modyfikacji zmniejszyła swobodną energię powierzchniową bionapełniacza i zwiększyła hydrofobowy charakter powierzchni. Modyfikacja powierzchni bionapełniacza poprawiła jego zdyspergowanie w osnowie elastomerowej i adhezję międzyfazową, co przełożyło się na korzystne właściwości mechaniczne wulkanizatów NR. Kompozyty NR wykazywały również zwiększoną hydrofobowość, szczególnie w przypadku zastosowania bionapełniacza estryfikowanego lub poddanego silanizacji *n*-oktadecylotrimetoksylanem. Uzyskane wyniki potwierdzają możliwość skutecznego wykorzystania proszku z szyszki sosny jako funkcjonalnego bionapełniacza w „zielonych” kompozytach elastomerowych.



Konrad Mrozowski, Aleksandra Smejda-Krzewicka

Lodz University of Technology

konrad.mrozowski@dokt.p.lodz.pl

Pine-cone powder as a functional bio-filler for elastomers: modification, properties and potential applications

In recent years, there has been growing interest in using renewable raw materials and waste for designing elastomeric biocomposites, both from an environmental and technological perspective. Pine cone powder is a promising biofiller, a waste product of the forestry industry, whose management aligns with the concept of a circular economy. This material is characterized by a lignocellulosic structure and the presence of numerous hydroxyl groups, which enables its effective chemical modification to improve compatibility with the elastomer matrix. In this work, biocomposites based on natural rubber (NR) were prepared, filled with unmodified and modified pine cone powder. Silanization (with *n*-octadecyltrimethoxysilane, vinyltrimethoxysilane, or 3-aminopropyltrimethoxysilane) or esterification with palmitoyl chloride was applied. The effectiveness of the modification was assessed by analyzing FTIR spectra and surface properties. Each of the modifications performed reduced the free surface energy of the biofiller and increased the hydrophobic nature of the surface. Surface modification of the biofiller improved its dispersion in the elastomeric matrix and interfacial adhesion, which resulted in favorable mechanical properties of NR vulcanizates. NR composites also showed increased hydrophobicity, especially when using an esterified biofiller or one subjected to silanization with *n*-octadecyltrimethoxysilane. The obtained results confirm the possibility of effectively using pine cone powder as a functional biofiller in "green" elastomeric composites.

CL19

Anna Kosińska¹, Damian Kalita¹, Magdalena Gawęda¹, Tomasz Gozdek², Jacek Jagielski¹, Dariusz Bieliński², Iwona Jóźwik¹

¹ Centrum Doskonałości NOMATEN; Narodowe Centrum Badań Jądrowych

² Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Politechnika Łódzka

anna.kosinska@ncbj.gov.pl

Rola napełniaczy nieorganicznych w stabilizacji EPDM poddanego działaniu promieniowania jonowego: charakterystyka strukturalna i spektroskopowa

Celem niniejszej pracy było stworzenie elastomeru na bazie kauczuku etylenowo-propylenowo-dienowego (EPDM), wzbogaconego o napełniacze nieorganiczne, w celu poprawy jego odporności na promieniowanie jonizujące. Materiał ten ma być wykorzystywany jako izolacja kablowa w środowiskach narażonych na promieniowanie, takich jak elektrownie jądrowe, ponieważ promieniowanie jonizujące jest tam jednym z kluczowych czynników prowadzących do degradacji izolacji. Oddziaływanie promieniowania jest uwarunkowane makromolekularną strukturą elastomeru. Promieniowanie jonizujące może inicjować rozrywanie łańcuchów makrocząsteczek, co w efekcie prowadzi do powstania krótszych fragmentów z zakończeniami rodnikowymi. Późniejsza rekombinacja rodników prowadzi do sieciowania, które przejawia się zwiększoną twardością, kruchością i skurczem materiału. W celu zasymulowania wpływu promieniowania jonizującego na izolację kablową, materiał poddano napromienianiu wiązkami jonów He^+ . Wiązki jonów modyfikują właściwości chemiczne i fizyczne elastomerów podobnie jak promieniowanie gamma, a niesprężyste oddziaływania jon-elektron są trafnym analogiem do badania efektów radiacyjnych. Dzięki temu, napromienianie jonowe umożliwia odtworzenie uszkodzeń radiacyjnych, typowych dla warunków panujących w reaktorach jądrowych.

Do charakterystyki zmodyfikowanych materiałów wykorzystano skaningową mikroskopię elektronową (SEM), transmisyjną mikroskopię elektronową (TEM), spektroskopię Ramana oraz spektroskopię w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR). Wyniki te rzucają światło na mechanizmy interakcji promieniowania z elastomerami, co jest kluczowe dla rozwoju lepszych systemów izolacji kabli. Umożliwi to ich długotrwałe użytkowanie w środowiskach narażonych na promieniowanie, zwłaszcza w energetyce jądrowej.



Anna Kosińska¹, Damian Kalita¹, Magdalena Gawęda¹, Tomasz Gozdek², Jacek Jagielski¹, Dariusz Bieliński², Iwona Józwik¹

¹ *NOMATEN Centre of Excellence; National Centre for Nuclear Research*

² *Institute of Polymer & Dye Technology, Lodz University of Technology*
anna.kosinska@ncbj.gov.pl

Role of inorganic fillers in stabilizing EPDM under ion irradiation: structural and spectroscopic characterization

The objective of this work was to develop an elastomer based on ethylene-propylene-diene rubber (EPDM) containing inorganic fillers to enhance its resistance to ionizing radiation. The material is intended for use as cable insulation in radiation exposed environments such as nuclear power plants, where ionizing radiation is one of the main factors responsible for insulation degradation. The mechanism of radiation interaction depends on the macromolecular structure of the elastomer. Ionizing radiation can induce chain scission of macromolecules, resulting in the formation of shorter radical-terminated fragments. Subsequent radical recombination leads to crosslinking, manifested as increased hardness, brittleness, and shrinkage of the material. To simulate the effects of ionizing radiation on cable insulation, the material was irradiated with He⁺ ion beams. Ion beam irradiation modifies the chemical and physical properties of elastomeric materials in a manner similar to gamma radiation, with inelastic ion–electron interactions providing a suitable analogue for studying radiation effects. Consequently, ion irradiation allows the simulation of radiation damage typically observed under nuclear reactor conditions.

Characterization of the modified materials was performed using scanning electron microscopy (SEM), transmission electron microscopy (TEM), Raman spectroscopy, Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR). The results provide valuable insights into the mechanisms of radiation interaction with elastomeric materials and contribute to the development of improved cable insulation systems for long-term operation in radiation-exposed environments, particularly in nuclear power applications.

CL20

Kamil Smulski¹, Mateusz Imiela¹, Marcin Kozanecki², Przemysław Rybiński³, Dariusz Bieliński¹

¹ Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Instytut Technologii Polimerów i Barwników

² Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Katedra Fizyki Molekularnej

³ Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Wydział Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Instytut Chemii

kamil.smulski@dokt.p.lodz.pl

Wykorzystanie pigmentów odbijających podczerwień do opóźniania zapłonu kompozytów EPDM napęcznionych talkiem

Poszukiwanie alternatywnych, bezhalogenowych środków zmniejszających palność może znacząco poprawić bezpieczeństwo pożarowe, ograniczając toksyczność powstających oparów i korzystnie wpływając na środowisko. Jako alternatywę dla tradycyjnych środków zmniejszających palność, można wykorzystać pigmenty odbijające promieniowanie podczerwone. Zdolność materiału do absorpcji promieniowania jest również istotna w badaniach pożarowych, gdyż bezpośrednio wpływa na jego zapłon oraz na szybkość rozprzestrzeniania się ognia [1]. Zwiększone odbicie podczerwieni (IR) skutkuje mniejszą absorpcją ciepła, co w konsekwencji wydłuża czas zapłonu [2]. Pozwala to znaleźć pigment, który odbija promieniowanie elektromagnetyczne w podczerwieni, a jednocześnie w świetle widzialnym zapewnia kolor zgodny z oczekiwaniami producenta.

W ramach badań opracowano 18 kompozytów, bazujących na kauczuku etylenowo-propylenowo-dienowym. Do kompozytów dodano termicznie stabilny napęczniacz – talk (100 phr) – oraz osiem różnobarwnych pigmentów, charakteryzujących się wysoką odbiciowością w podczerwieni. Każdy z pigmentów wprowadzono w dwóch stężeniach: 0,5 i 2 phr. Do sieciowania wykorzystano konwencjonalny środek na bazie siarki. Analizie poddano właściwości reologiczne i mechaniczne kompozytów, ich morfologię, zdolność do odbijania promieniowania podczerwonego oraz palność.

Literatura:

1. Linteris G., Zammarano M., Wilthan B., Hanssen L., *Absorption and reflection of infrared radiation by polymers in fire-like environments*, Fire Mater 36 (2012) 537–553.
2. Schartel B., Beck U., Bahr H., Hertwig A., Knoll U., Weise M., *Sub-micrometre coatings as an infrared mirror: A new route to flame retardancy*, Fire Mater 36 (2012) 671–677.



Kamil Smulski¹, Mateusz Imiela¹, Marcin Kozanecki², Przemysław Rybiński³, Dariusz Bieliński¹

¹ Lodz University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Polymer and Dye Technology

² Lodz University of Technology, Faculty of Chemistry, Department of Molecular Physics

³ Jan Kochanowski University in Kielce, Faculty of Exact and Natural Sciences, Institute of Chemistry

kamil.smulski@dokt.p.lodz.pl

The use of IR-reflective pigments to delay the ignition time of talc-filled EPDM-based composites

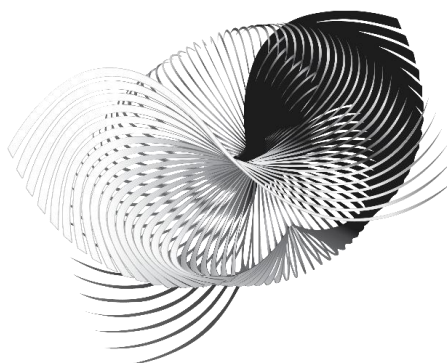
Finding alternative non-halogenated flame retardants can improve fire safety by reducing the toxicity of the resulting fumes and have a positive impact on the environment. An alternative to traditional flame retardants may be the use of infrared-reflective pigments. Research on the radiation absorption of a given material is also important in fire research, as it affects the ignition of a material, as well as the rate of fire growth and spread [1]. An increase in infrared (IR) reflection leads to a reduction in heat absorption and thus to an increase in the time required for ignition [2]. This offers the opportunity to find a pigment that reflects electromagnetic radiation in the infrared range, while offering in visible light the colour desired by the manufacturer.

As part of the research, 18 composites based on ethylene-propylene-diene rubber were produced. The composites were filled with a thermally stable filler – talc (100 phr) and eight pigments of different colors, which were characterized by good infrared reflectance. Each pigment was added in two concentrations: 0.5 and 2 phr. A conventional sulfur crosslinking agent was used for crosslinking. The study examined the rheological and mechanical properties of the composites, their morphology, ability to reflect infrared radiation, and flammability.

References:

1. Linteris G., Zammarano M., Wilthan B., Hanssen L., *Absorption and reflection of infrared radiation by polymers in fire-like environments*, Fire Mater 36 (2012) 537–553.
2. Schartel B., Beck U., Bahr H., Hertwig A., Knoll U., Weise M., *Sub-micrometre coatings as an infrared mirror: A new route to flame retardancy*, Fire Mater 36 (2012) 671–677.

Streszczenia posterów
Poster Abstracts



ELASTOMERY 2026

P1

Dominik Kowalczyk, Cezary Dębek, Kazimierz Dąbrowski, Urszula Pawłowska

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Materiałów Polimerowych
dominik.kowalczyk@impib.lukasiewicz.gov.pl

Hybrydowe projektowanie kompozytów elastomerowych: podejście oparte na synergii uczenia maszynowego i weryfikacji laboratoryjnej

Tradycyjne metody opracowywania nowych kompozytów elastomerowych są procesem pracochłonnym, opartym głównie na podejściu iteracyjnym i wiedzy eksperckiej. W pracy przedstawiono koncepcję hybrydowego podejścia do projektowania materiałów, łączącego modelowanie predykcyjne z wykorzystaniem uczenia maszynowego (ML) z eksperymentalną weryfikacją w laboratorium.

W proponowanej metodyce, algorytmy ML, trenowane na ustrukturyzowanych zbiorach danych, służą do identyfikacji obiecujących receptur w wielowymiarowym zbiorze zmiennych. Decydująca rola eksperta polega na definiowaniu parametrów wejściowych oraz krytycznej selekcji wygenerowanych propozycji w celu minimalizacji ryzyka technologicznego przed etapem syntezy i badań. Podejście to zakłada obligatoryjną weryfikację fizyczną wytypowanych materiałów, co pozwala na walidację i kalibrację modeli obliczeniowych.

W pracy omówiono potencjał tej metodyki do skrócenia cyklu badawczo-rozwojowego oraz wyzwania związane z jej implementacją, wskazując na znaczenie budowy i utrzymania wysokiej jakości baz danych jako warunku powodzenia.

P1

Dominik Kowalczyk, Cezary Dębek, Kazimierz Dąbrowski, Urszula Pawłowska

Łukasiewicz Research Network – Institute of Polymer Materials

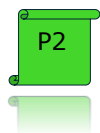
dominik.kowalczyk@impib.lukasiewicz.gov.pl

Hybrid design of elastomeric composites: an approach based on the synergy of machine learning and laboratory verification

Traditional methods for developing new elastomeric composites are a labor-intensive process, based mainly on an iterative approach and expert knowledge. The paper presents a concept of a hybrid approach to material design, combining predictive modeling using machine learning (ML) with experimental verification in the laboratory.

In the proposed methodology, ML algorithms, trained on structured datasets, are used to identify promising formulations in a multidimensional set of variables. The decisive role of the expert involves defining input parameters and critically selecting generated proposals to minimize technological risk before the synthesis and testing stage. This approach assumes mandatory physical verification of selected materials, which allows for validation and calibration of computational models.

The paper discusses the potential of this methodology to shorten the research and development cycle and challenges related to its implementation, highlighting the importance of building and maintaining high-quality databases as a condition for success.



Ewa Osuchowska, Aneta Stępkowska, Justyna Wróbel, Agata Domańska

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Materiałów Polimerowych
ewa.osuchowska@impib.lukasiewicz.gov.pl

Zastosowanie termograwimetrii w kontroli jakości materiałów węglowych

Celem pracy było wdrożenie analizy termograwimetrycznej jako metody stosowanej do kontroli jakości i oceny komercyjnych materiałów węglowych (grafen, grafit, tlenek grafenu, nanorurki węglowe, fuleren). Materiały wstępnie scharakteryzowano za pomocą następujących metod: skaningowa mikroskopia elektronowa, spektroskopia Ramana i spektroskopia w podczerwieni z transformacją Fouriera. Wykonano analizę termograwimetryczną, koncentrując się na ich parametrach termicznych, takich jak stopień rozkładu węgla oraz temperatura maksymalnej szybkości zmiany masy i efekt cieplny. Wszystkie materiały badano dwoma metodami:

- w atmosferze powietrza w temperaturach od 25 °C do 1000 °C,
- najpierw w atmosferze azotu w temperaturach od 25 °C do 550 °C, a następnie w atmosferze powietrza w temperaturach od 550 °C do 900 °C.

Wyniki analizy termograwimetrycznej badanych materiałów węglowych wskazują na znaczące różnice w ich właściwościach termicznych. Najciekawsze wyniki uzyskano dla badań prowadzonych w atmosferze powietrza. Wszystkie badane próbki uległy całkowitemu spaleni w temperaturach poniżej 1000 °C. Nie zawierały one zanieczyszczeń lub zawierały je jedynie w śladowych ilościach. Uzyskane krzywe TG i DTG wskazują rodzaj badanego materiału węglowego. Wartości $T_{\max}$ wyznaczone na podstawie szczytów spalania węgla TGA-DTG tych materiałów rosną, począwszy od nanorurek węglowych (603 °C), poprzez tlenek grafenu (642 °C), grafit (660 °C), fulereny (701 °C), aż do grafenu (734 °C).

Uzyskane wyniki wykazały, że analiza termograwimetryczna jest wysoce skuteczna w skuteczniejszym charakteryzowaniu materiałów węglowych. Ponadto zastosowanie TGA umożliwia szybką ocenę materiałów węglowych, co jest niezbędne w przemysłowej kontroli jakości celem wyeliminowania „fałszywego” grafenu.

P2

Ewa Osuchowska, Aneta Stępkowska, Justyna Wróbel, Agata Domańska

Łukasiewicz Research Network – Institute of Polymer Materials
ewa.osuchowska@impib.lukasiewicz.gov.pl

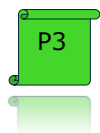
Application of thermogravimetry for quality control of carbon materials

The aim of the study was to implement thermogravimetric analysis as a method used for quality control and evaluation of commercial carbon materials (graphene, graphite, graphene oxide, carbon nanotubes, fullerene). The materials were initially characterized using the following methods: scanning electron microscopy, Raman spectroscopy and Fourier transform infrared spectroscopy. A thermogravimetric analysis was performed focusing on their thermal parameters, such as the degree of carbon decomposition and the temperature of the maximum rate of mass change and the thermal effect. All materials were tested using two methods:

- in air atmosphere at temperatures ranging from 25 °C to 1000 °C,
- first in nitrogen atmosphere at temperatures ranging from 25 °C to 550 °C, and then in air atmosphere at temperatures ranging from 550 °C to 900 °C.

The results of thermogravimetric analysis of the tested carbon materials indicate significant differences in their thermal properties. The most interesting results were obtained for tests conducted in an air atmosphere. All tested samples underwent complete combustion at temperatures below 1000 °C. They contained no impurities or only trace amounts. The obtained TG and DTG curves indicate the type of carbon material being tested. The $T_{\max}$ values derived from the TGA-DTG carbon combustion peaks of these materials increase from carbon nanotubes (603 °C), through graphene oxide (642 °C), graphite (660 °C), fullerenes (701 °C), and followed by graphene (734 °C).

The results obtained demonstrated that thermogravimetric analysis is highly effective in better characterizing carbon materials. Furthermore, the use of TGA enables rapid evaluation of carbon materials, which is essential for industrial quality control to eliminate "fake" graphene.



Aneta Stepkowska, Agata Domańska, Ewa Osuchowska

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Materiałów Polimerowych
aneta.stepkowska@impib.lukasiewicz.gov.pl

Zewnętrzne narzędzia wspierające monitorowanie istotności wyników

Każde laboratorium powinno dostarczać swoim klientom miarodajne wyniki. Oznacza to, że wynik pomiaru musi spełniać wszystkie wymagania normy ISO/IEC 17025. Miarodajność wyników można potwierdzić na różne sposoby, a jednym z nich jest porównanie z wynikami uzyskanymi przez inne laboratoria.

Akredytowane laboratoria muszą regularnie brać udział w programach porównań międzylaboratoryjnych (ILC) lub badaniach biegłości (PT), które organizują dostawcy spełniający wymogi normy ISO/IEC 17043. W przypadku laboratoriów nieakredytowanych udział jest dobrowolny.

Zgodnie z normą ISO/IEC 17025, akredytowane laboratorium powinno planować udział w odpowiednich programach PT/ILC, analizować wyniki i w razie potrzeby podejmować odpowiednie działania korygujące lub zapobiegawcze.

Przedstawiono dowody uczestnictwa Laboratorium Badawczego „LABGUM” w renowowanych programach PT organizowanych przez DRRR – *Deutsches Referenzbüro für Ringversuche und Referenz-materialien GmbH* (Niemcy).



P3

Aneta Stepkowska, Agata Domańska, Ewa Osuchowska

Łukasiewicz Research Network – Institute of Polymer Materials

aneta.stepkowska@impib.lukasiewicz.gov.pl

External tools supporting the monitoring of results validity

Every laboratory should provide valid results to its clients. This means that the measurement result must meet all the requirements of the ISO/IEC 17025 standard. The validity of results can be confirmed in various ways, one of which is comparison with results obtained by other laboratories.

Ongoing participation in Interlaboratory Comparison (ILC) programs or Proficiency Testing (PT) programs organized by providers that comply with the ISO/IEC 17043 standard is mandatory for accredited laboratories. For non-accredited laboratories, participation is voluntary.

According to the ISO/IEC 17025 standard, an accredited laboratory should plan to participate in appropriate PT/ILC programs, analyze results, and take appropriate corrective or preventive actions as necessary.

Evidence was provided of the participation of the Testing Laboratory "LABGUM" in a reputable PT programs organized by DRRR – *Deutsches Referenzbüro für Ringversuche und Referenz-materialien GmbH* (Germany).

P4

Jessica Niers, Ulrich Giese

Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e. V.

jessica.niers@dikautschuk.de

Porównanie metod HS-GC-MS i IMS w analizie wulkanizacji elastomerów

Analiza lotnych związków organicznych (LZO) podczas wulkanizacji elastomerów stanowi znaczące wyzwanie w dziedzinie analityki chemicznej. Chromatografia gazowa z techniką headspace sprzężona ze spektrometrią mas (HS-GC-MS) jest uznaną metodą do identyfikacji i charakteryzacji tych LZO. Dla tej techniki dostępne są obszerne bazy danych spektralnych, umożliwiające wiarygodną identyfikację związków. Z kolei spektrometria ruchliwości jonów (IMS) obecnie dysponuje znacznie ograniczonymi danymi referencyjnymi, szczególnie w dziedzinie elastomerów i ich procesów produkcyjnych, takich jak wulkanizacja.

Celem niniejszego badania jest zbadanie wydajności metody HS-GC-MS w porównaniu z metodą IMS. Analizując charakterystyczne lotne związki z wulkanizowanych próbek elastomerów, bada się, w jakim stopniu można ustalić zależności między danymi pozyskanymi metodą GC-MS a czasami dryfu z metody IMS. Główny nacisk kładziony jest na identyfikację systematycznych wzorców, które mogłyby umożliwić pośrednie przypisanie sygnałów z metody IMS na podstawie istniejących baz danych dla metody GC-MS.

Skuteczne podejście korelacyjne znacząco zwiększyłoby możliwości analityczne metody IMS i ułatwiłoby jej zastosowanie w monitorowaniu wulkanizacji oraz zapewnianiu jakości w produkcji elastomerów.

P4

Jessica Niers, Ulrich Giese

Deutsches Institut für Kautschuktechnologie e. V.

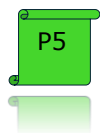
jessica.niers@dikautschuk.de

Methodological comparison of HS-GC-MS and IMS in elastomer vulcanization analysis

The analysis of volatile organic compounds (VOCs) during the vulcanization of elastomers poses significant challenges to chemical analytics. Headspace gas chromatography coupled with mass spectrometry (HS-GC-MS) is an established method for the identification and characterization of these VOCs. Extensive spectral databases are available for this technique, enabling reliable compound identification. In contrast, ion mobility spectrometry (IMS) currently has significantly limited reference data, particularly in the field of elastomers and their production processes, such as vulcanization.

The aim of this study is to investigate the performance of HS-GC-MS in comparison to IMS. By analyzing characteristic volatile compounds from vulcanized elastomer samples, it is examined to what extent relationships between GC-MS-data and drift times from IMS can be established. The primary focus lies on identifying systematic patterns that could enable an indirect assignment of IMS signals based on existing GC-MS databases.

A successful correlation approach would significantly enhance the analytical capability of IMS and facilitate its application in vulcanization monitoring and quality assurance in elastomer manufacturing.



Ewa Langer, Katarzyna Suchoń, Grażyna Kamińska-Bach, Mariola Bodzek-Kochel

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Materiałów Polimerowych
grazyna.kaminska-bach@impib.lukasiewicz.gov.pl

Elastyczne powłoki na podłoża elastomerowe

Malowanie elastomerów wykonuje się przede wszystkim w celu zabezpieczenia ich przed degradacją środowiskową oraz zmiany ich właściwości powierzchniowych. Elastomery, mimo że są trwałe, często ulegają starzeniu pod wpływem czynników zewnętrznych.

Opracowano dwie grupy wyrobów lakierowych. Pierwsza z nich to farby poliuretanowe, w których spoiwem była rozgałęziona żywica poliestrowa zawierająca grupy hydroksylowe z dodatkiem nasyconego poliestrodiolu poprawiającego giętkość powłoki. Powłoki utwardzane były alifatycznym poliizocyjanianem. Drugą grupą wyrobów były wodorozcieńczalne farby na bazie dyspersji akrylowej. Powłoki charakteryzowały się pożądaną barwą, dzięki zastosowaniu odpowiedniej pasty pigmentowej.

Dzięki odpowiednio dobranym spoiwom wszystkie powłoki (z farb rozpuszczalnikowych i wodorozcieńczalnych) charakteryzowały się bardzo dobrą przyczepnością do wybranych podłoży elastomerowych, dużą elastycznością i wytrzymałością. Zapewniały ochronę elementów przed działaniem czynników atmosferycznych.

P5

Ewa Langer, Katarzyna Suchoń, Grażyna Kamińska-Bach, Mariola Bodzek-Kochel

Łukasiewicz Research Network – Institute of Polymer Materials
grazyna.kaminska-bach@impib.lukasiewicz.gov.pl

Flexible coatings for elastomeric substrates

Painting elastomers is primarily done to protect them from environmental degradation and to change their surface properties. Elastomers, although durable, often undergo aging due to external factors.

Two groups of coating products were developed. The first group consists of polyurethane paints, in which the binder was a branched polyester resin containing hydroxyl groups with the addition of saturated polyesterdiol improving the flexibility of the coating. The coatings were cured with an aliphatic polyisocyanate. The second group of products consisted of water-based paints based on acrylic dispersion. Coatings were characterized by a desired color, thanks to the use of an appropriate pigment paste.

Thanks to appropriately selected binders, all coatings (from solvent-based and water-borne paints) were characterized by very good adhesion to selected elastomeric substrates, high flexibility, and durability. They provided protection of elements against the action of atmospheric factors.

P6

Ewa Langer, Grażyna Kamińska-Bach, Katarzyna Suchoń, Mariola Bodzek-Kochel

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Materiałów Polimerowych
mariola.bodzek-kochel@impib.lukasiewicz.gov.pl

Wodorozcieńczalne wyroby lakierowe na podłoża gumowe

Guma ma bardzo szerokie zastosowanie. Jest to materiał łączący ze sobą takie cechy jak: elastyczność, sprężystość, odporność na wodę, ścieranie i izolację elektryczną. Czasem jednak konieczna jest zmiana pewnych cech wyrobu gumowego, co może być uzyskane poprzez aplikację na ich powierzchnię wyrobów lakierowych. Dzięki powłokom możliwa jest zmiana barwy lub poprawa jej intensywności, poprawa odporności na działanie czynników środowiskowych, w tym promieniowania UV, odporności na drobne uszkodzenia mechaniczne lub wykonanie oznaczeń technicznych.

Opracowano receptury wodorozcieńczalnych wyrobów lakierowych do zastosowań na podłoża gumowe. Odpowiedni dobór wodorozcieńczalnego spoiwa i kompozycji pigmentowych pozwolił na uzyskanie ekologicznych farb w wybranej kolorystyce, stabilnych w czasie przechowywania, o bardzo dobrych właściwościach aplikacyjnych. Otrzymane powłoki charakteryzują się intensywną barwą, bardzo dobrą elastycznością, przyczepnością do podłoża gumowych, odpornością na wodę, nie pękają w trakcie użytkowania. Aplikowana może być za pomocą pędzla lub natrysku hydrodynamicznego.



P6

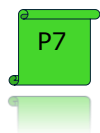
Ewa Langer, Grażyna Kamińska-Bach, Katarzyna Suchoń, Mariola Bodzek-Kochel

Łukasiewicz Research Network – Institute of Polymer Materials
mariola.bodzek-kochel@impib.lukasiewicz.gov.pl

Water-based varnish products for rubber substrates

Rubber has very wide application. It is a material combining such features as: flexibility, elasticity, resistance to water, abrasion, and electrical insulation. Sometimes, however, it is necessary to change certain characteristics of a rubber product, which can be achieved by applying lacquer products to their surface. Thanks to coatings, it is possible to change the color or improve its intensity, improve resistance to environmental factors, including UV radiation, resistance to minor mechanical damage, or to make technical markings.

Formulations of water-borne lacquer products for applications on rubber substrates were developed. Appropriate selection of water-borne binder and pigment compositions allowed for obtaining ecological paints in selected colors, stable during storage, with very good application properties. The obtained coatings are characterized by an intense color, very good flexibility, adhesion to rubber substrates, resistance to water, and do not crack during use. They can be applied with a brush or hydrodynamic spray.



Mateusz Imiela, Dominik Pietrzak, Kamil Maszczyk, Małgorzata Łukasik

K-FLEX Polska Sp. z o. o.
mimiela@kflex.com

Materiał izolacyjny zdolny do ceramizacji poprawiającej odporność materiałów na działanie ognia i wysokiej temperatury w trakcie pożaru przy jednoczesnym zachowaniu parametrów akustycznych

Zmniejszenie palności i emisji dymu z kompozytów polimerowych pod wpływem ognia można uzyskać poprzez poddawanie ich procesowi ceramizacji. Proces ceramizacji jest dość dobrze znany i opisany w literaturze. Ten głównie fizyczny proces charakteryzuje się tworzeniem sztywnej, trwałej i porowatej struktury ceramicznej z wysoko napełnionych kompozytów polimerowych pod wpływem ciepła lub ognia. Utworzona struktura może blokować propagację płomieni i zmniejsza szybkość tworzenia się palnych, kalorycznych produktów paliwowych, powstałych w wyniku termooksydacyjnej destrukcji matrycy polimerowej.

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020. Projekt realizowany w ramach konkursu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju: Szybka Ścieżka.

P7

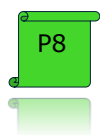
Mateusz Imiela, Dominik Pietrzak, Kamil Maszczyk, Małgorzata Łukasik

K-FLEX Polska Sp. z o. o.
mimiela@kfex.com

Insulation material, capable of ceramization, improving the flame and high temperature resistance of materials during fire, at the same time preserving their acoustic parameters

The reduction of flammability and smoke emission from polymer composites under fire conditions can be achieved by subjecting them to the ceramization process. The ceramization process is quite well known and described in the literature. This mainly physical process is characterized by the formation of a rigid, durable, and porous ceramic structure from highly filled polymer composites under the impact of heat or fire. The formed structure can block flame propagation and reduces the rate of formation of flammable, caloric fuel products resulting from the thermo-oxidative destruction of the polymer matrix.

Project co-financed by the European Union from the European Regional Development Fund under the Smart Growth Operational Programme 2014-2020. Project implemented under the competition of the National Centre for Research and Development: Fast Track.



Dominik Pietrzak, Mateusz Imiela, Kamil Maszczyk, Małgorzata Łukasik

K-FLEX Polska Sp. z o.o.
dpietrzak@kflex.com

Pianki techniczne o szerokim zakresie zastosowań, wytwarzane w procesie ciągłym, sieciowane nadtlenkami

Spienione kompozyty elastomerowe to rozległa grupa materiałów znajdująca szerokie zastosowanie w poszczególnych sektorach przemysłowych. Produkty te mogą być określane jako otwarto- bądź zamkniętokomórkowe w zależności od procesu produkcyjnego. Pianka techniczna jest idealnym rozwiązaniem do zaizolowania powierzchni wymagających specjalnego zastosowania ze względu na swoją elastyczność, małą wagę i łatwość instalacji.

W ramach omawianych badań udało się opracować metodę produkcji ciągłej elastomerowych pianek technicznych z zastosowaniem nadtlenku jako środka sieciującego.

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014-2020. Projekt realizowany w ramach konkursu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju: Wsparcie prowadzenia prac B+R przez przedsiębiorstwa.



Dominik Pietrzak, Mateusz Imiela, Kamil Maszczyk, Małgorzata Łukasik

K-FLEX Polska Sp. z o.o.

dpietrzak@kflex.com

Wide application range, peroxide cross-linked technical foams produced in a continuous process

Foamed elastomer composites are an extensive group of materials finding wide application in various industrial sectors. These products can be described as open- or closed-cell depending on the production process. Technical foam is an ideal solution for insulating surfaces requiring special application due to its flexibility, low weight, and ease of installation.

Within the scope of the discussed research, a method for continuous production of elastomeric technical foams was developed using peroxide as a cross-linking agent.

Project co-financed by the European Union from the European Regional Development Fund under the Smart Growth Operational Programme 2014-2020. Project implemented under the competition of the National Centre for Research and Development: Support for conducting R&D work by enterprises.



Bolesław Szadkowski, Anna Marzec

Politechnika Łódzka

boleslaw.szadkowski@p.lodz.pl

Wielofunkcyjne hybrydowe pigmenty dla zaawansowanych, elastycznych kolorymetrycznych czujników pH w układach elastomerowych

Nowoczesne kolorymetryczne elastyczne czujniki pH oparte na elastomerach i pigmentach hybrydowych stanowią bardzo obiecującą klasę inteligentnych materiałów do monitorowania środowiska i inteligentnych systemów pakowania. Połączenie technologii elastomerów z hybrydowymi pigmentami, pozyskiwanymi z naturalnych barwników i mineralnych napełniaczy, umożliwia tworzenie responsywnych systemów, które charakteryzują się zarówno wytrzymałością mechaniczną, jak i widocznymi, odwracalnymi zmianami barwy.

Celem niniejszej pracy było zaprojektowanie serii organiczno-nieorganicznych wskaźników pH, wykorzystujących barwniki organiczne i nośniki mineralne. Palygorskit, wermikulit oraz hydrotalkit zastosowano jako napełniacze mineralne, a naturalne barwniki antrachinonowe pełniły rolę substancji barwiących. Przeprowadzono szereg badań, aby ustalić, jak uzyskane pigmenty hybrydowe wpływają na kompozyty elastomerowe na bazie kauczuku naturalnego, kauczuku akrylonitrylo-butadienowego i kauczuku silikonowego. W pierwszej kolejności scharakteryzowano pigmenty hybrydowe w formie proszku, koncentrując się na ich właściwościach strukturalnych, stabilności chemicznej oraz reaktywności na kwaśne i zasadowe opary.

Następnie oceniono właściwości reometryczne i mechaniczne, palność oraz stopień usieciowania kompozytów elastomerowych zawierających opracowane pigmenty. Systematycznie analizowano kolorymetryczną reakcję materiałów po ekspozycji na opary kwasów i zasad, porównując ją z próbkami referencyjnymi kauczuku oraz kompozytami zawierającymi niemodyfikowane barwniki. Wyniki badań wskazują na wielofunkcyjny potencjał pigmentów hybrydowych opartych na minerałach w kontekście tworzenia trwałych, elastycznych i czułych na zmiany środowiskowe elastomerowych systemów do pomiaru pH.

Projekt został dofinansowany przez Narodowe Centrum Nauki w Polsce w ramach grantu SONATA 20 (nr projektu UMO-2024/55/D/ST11/00352).



Bolesław Szadkowski, Anna Marzec

Lodz University of Technology

boleslaw.szadkowski@p.lodz.pl

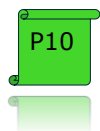
Multifunctional hybrid pigments for advanced flexible colorimetric pH sensors in elastomeric systems

Modern colorimetric flexible pH sensors based on elastomers and hybrid pigments represent a highly promising class of smart materials for environmental monitoring and smart packaging systems. The integration of elastomer technology with hybrid pigments derived from natural dyes and mineral fillers enables the design of responsive systems combining mechanical durability with visible, reversible color changes.

The aim of this study was to design a series of organic–inorganic pH indicators based on organic dyes and mineral carriers. Palygorskite, vermiculite, and hydrotalcite were used as mineral fillers, while natural anthraquinone dyes served as color-forming agents. A range of investigations was performed to determine the influence of the obtained hybrid pigments on elastomer composites based on natural rubber, acrylonitrile–butadiene rubber, and silicone rubber. The hybrid pigments were first characterized in powder form, with particular emphasis on their structural features and chemical stability, as well as their responsiveness to acidic and alkaline vapors.

Subsequently, elastomeric composites containing the developed pigments were evaluated in terms of rheometric and mechanical performance, flammability, and crosslinking density. The colorimetric response of the materials after exposure to acidic and basic vapors was systematically analyzed and compared with reference rubber samples and composites containing unmodified dyes. The results demonstrate the multifunctional potential of mineral-supported hybrid pigments for durable, flexible, and environmentally responsive pH-sensing elastomer systems.

This work was funded by the National Science Centre, Poland, under the SONATA 20 grant (project no. UMO-2024/55/D/ST11/00352).

**Witold Przewozikowski, Rafał Anyszka, Wiktor Szymczak***Politechnika Łódzka*

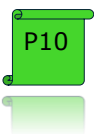
259513@edu.p.lodz.pl

Właściwości termodynamicznie niemieszalnych kompozycji kauczuku butadienowego i silikonowego do zastosowań kosmicznych

Kauczuk używany w przestrzeni kosmicznej musi być odporny na znaczne wahania temperatur, zachowując przy tym elastyczność. Z tego powodu do zastosowań w przestrzeni kosmicznej najczęściej rozważa się kauczuki o niskiej temperaturze zeszklenia (T_g). Kauczuk silikonowy (MQ) charakteryzuje się najniższą wartością T_g spośród wszystkich polimerów, natomiast kauczuk butadienowy (BR) ma najniższą T_g spośród wszystkich kauczuków organicznych. Zatem oba te materiały są obiecujące w kontekście zastosowań kosmicznych.

Chociaż MQ cechuje się lepszą elastycznością w niskich temperaturach i większą odpornością chemiczną niż BR, to jednak BR wykazuje lepsze właściwości mechaniczne i jest bardziej odporny na ścieranie niż MQ. W związku z tym połączenie obu kauczuków mogłoby skutkować poprawą parametrów użytkowych i potencjalnymi efektami synergii. Mieszanie BR i MQ wiąże się jednak z pewnymi trudnościami: 1. Z powodu wyraźnych różnic w budowie chemicznej, oba kauczuki są termodynamicznie niemieszalne; 2. MQ charakteryzuje się znacznie niższą lepkością niż BR, co niekorzystnie wpływa na efektywność mieszania; 3. W przypadku obu kauczuków systemy wulkanizacyjne wykorzystują odmienne reakcje chemiczne.

Niniejsza praca ma na celu zbadanie mieszanek amorficznego BR z różnymi ilościami kauczuku winylowo-metylosilikonowego (VMQ), celem otrzymania mieszanek BR/VMQ. Obecność nienasyconych grup winylowych umożliwiła VMQ uczestniczenie w procesie wulkanizacji BR za pomocą siarki. Przygotowano wulkanizaty BR/VMQ i zbadano ich dynamiczne oraz statyczne właściwości mechaniczne. Mikromorfologię wulkanizatów zbadano za pomocą mikroskopii optycznej oraz AFM. Przedstawiono i podsumowano zależność między strukturą a właściwościami.

P10

Witold Przewozikowski, Rafał Anyszka, Wiktor Szymczak

Lodz University of Technology

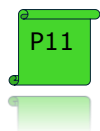
259513@edu.p.lodz.pl

Properties of thermodynamically immiscible butadiene/silicone rubber blends for space applications

Rubber used in Space applications must withstand large temperature amplitudes while maintaining its flexibility. Therefore, rubbers with low glass-transition temperatures (T_g) are most often considered for extraterrestrial applications. Silicone rubber (MQ) exhibits the lowest T_g of all polymers, while butadiene rubber (BR) has the lowest T_g of all organic rubbers. Therefore, both are interesting candidates for Space applications.

MQ has better low-temperature flexibility and chemical resistance than BR, however, BR exhibits better mechanical properties and wear resistance than MQ. Therefore, blending both rubbers could result in performance benefits and potential synergistic effects. There are certain problems to be expected for BR/MQ blending: 1. Both rubbers are thermodynamically immiscible due to noticeable differences in their chemical structure; 2. MQ has much lower viscosity than BR, negatively affecting blending performance; 3 Curing systems for both rubbers are based on different chemical reactions.

This work aims to investigate blends of amorphous BR with vinyl-methyl silicone rubber (VMQ) added in different amounts to obtain BR/VMQ blends. The presence of unsaturated vinyl groups allowed VMQ participation in sulfur curing of BR. BR/VMQ vulcanizates were prepared and tested for dynamic and static mechanical properties. Their micromorphology was tested by optical microscopy and AFM. The structure/properties relationship was commented and summarized.



Wiktor Szymczak, Witold Przewozikowski, Rafał Anyszka

Politechnika Łódzka

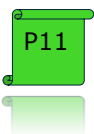
259516@edu.p.lodz.pl

Wpływ dodatku nanokrzemionki do blend kauczuku butadienowego i silikonowego do zastosowań kosmicznych

Kauczuki silikonowe (MQ) i butadienowe (BR) to obiecujące materiały do zastosowań w przestrzeni kosmicznej, ponieważ charakteryzują się niską temperaturą zeszklenia (T_g), co zapewnia elastyczność w szerokim zakresie temperatur panujących w kosmosie. W porównaniu do BR, MQ cechuje się większą elastycznością i odpornością chemiczną, podczas gdy BR ma lepsze właściwości mechaniczne i jest bardziej odporny na ścieranie niż MQ. Zatem połączenie obu elastomerów pozwala na synergiczne wykorzystanie ich zalet.

Jednak mieszanie tych kauczuków jest trudne, ponieważ są one termodynamicznie niemieszalne i mają znacząco różną lepkość. W celu poprawy jednorodności niemieszalnych kauczuków można zastosować aktywny napelniaacz. W tego typu mieszanekach napelniaacz może działać jak stały czynnik sprzęgający, adsorbując na swojej powierzchni makrocząsteczki obu rodzajów kauczuku. Kluczowym warunkiem jego efektywności jest odpowiednia interakcja między powierzchnią napelniacza a makrocząsteczkami obu kauczuków. Ponadto, dodanie aktywnego napelniacza podnosi lepkość mieszanek niemieszalnych, co z kolei zwiększa siły ścinające podczas mieszania, a to poprawia ich homogeniczność.

W niniejszej pracy zbadano wpływ różnej zawartości hydrofobizowanej krzemionki pirogenicznej w mieszanekach kauczuku butadienowego i silikonowego na ich mikromorfologię (mikroskopia optyczna i AFM) oraz właściwości (mechaniczne i dynamiczne). Przedstawiono i podsumowano zależność między strukturą a właściwościami.

P11

Wiktor Szymczak, Witold Przewozikowski, Rafał Anyszka

Lodz University of Technology

259516@edu.p.lodz.pl

Effects of nanosilica addition on butadiene/silicone rubber blends for space applications

Silicone (MQ) and butadiene (BR) rubbers are promising materials for Space applications due to their low glass transition temperature (T_g), which guarantees elasticity over a wide temperature range often present in Space. MQ offers superior elasticity and chemical resistance over BR, while BR presents better mechanical properties and wear resistance than MQ. Therefore, blending both elastomers allows combining their advantages in a possibly synergistic way.

However, blending these rubbers is not a trivial task because they are thermodynamically immiscible and exhibit a significant difference in viscosities. To improve homogeneity of immiscible rubbers an active filler can be introduced. In such blends, this filler can act like a solid coupling agent by adsorbing on its surface both types of rubber macromolecules. The most important condition of its effectiveness is good interaction between the filler's surface and macromolecules of both rubbers. Moreover, addition of an active filler increases the viscosity of immiscible blends leading to higher shear forces during compounding, which also improves their homogeneity.

In this work, a hydrophobized fumed nanosilica was incorporated into butadiene/silicone rubber blends in various amounts to study their micromorphology (optic microscopy and AFM) and properties (mechanical and dynamic properties). The structure/properties relationship was commented and summarized.

P12

Marek Fajfer¹, Michał Kawalec¹, Marta Lenartowicz-Klik², Izabela Gajlewicz²

¹ *Takoni Sp. z o.o., ul. Bestwińska 103A, 43-346 Bielsko-Biała*

² *Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Materiałów Polimerowych*
marta.lenartowicz-klik@impib.lukasiewicz.gov.pl

Wpływ starzenia hydrotermicznego na właściwości mechaniczne i tribologiczne elastomerów poliuretanowych na bazie estrów i eterów

Starzenie termiczne stanowi jeden z kluczowych czynników wpływających na trwałość i niezawodność elastomerów poliuretanowych stosowanych w warunkach podwyższonej temperatury. Zmianie ulega m.in. budowa chemiczna materiału, obejmująca degradację segmentów miękkich i sztywnych w wyniku hydrolizy, utleniania oraz degradacji wiązań uretanowych podczas długotrwałej ekspozycji na ciepło. Efektem zmian mikrostrukturalnych makromolekuł jest obniżenie elastyczności oraz integralności sieci polimerowej. W wyniku tego następuje pogorszenie właściwości mechanicznych, tj. wytrzymałość na rozciąganie i wydłużenie przy zerwaniu. Materiały wykazują wzrost kruchości oraz większą podatność na inicjację i propagację mikropęknięć. Starzenie termiczne obniża odporność na ścieranie, sprzyjając odrywaniu cząstek z powierzchni pod wpływem obciążeń kontaktowych, co prowadzi do przyspieszonego zużycia i skrócenia żywotności elementów eksploatacyjnych.

Przeprowadzono analizę porównawczą handlowych elastomerów poliuretanowych serii PUGA, obejmującą systemy estrowe (PUGA 513, PUGA 515) oraz eterowe na bazie glikolu politetrametylenowego (PTMEG) (PUGA 520, PUGA 526), w formułacjach standardowych oraz modyfikowanych o właściwościach trudnopalnych i antystatycznych (FR-AS). Celem badań było wykazanie różnic w podatności systemów estrowych i eterowych na degradację hydrolityczną w podwyższonej temperaturze, co stanowi podstawę do oceny przydatności badanych systemów w zastosowaniach wymagających wydłużonej żywotności w kontakcie z wodą. Jako uproszczony model wieloletniej eksploatacji w środowisku wodnym przyjęto przyspieszone starzenie hydrotermiczne. Istotną rolę mogą odgrywać także zmiany morfologii fazowej indukowane temperaturą; trwają badania nad oceną ich wpływu na właściwości mechaniczne materiału.

P12

Marek Fajfer¹, Michał Kawalec¹, Marta Lenartowicz-Klik², Izabela Gajlewicz²

¹ *Takoni Sp. z o.o., ul. Bestwińska 103A, 43-346 Bielsko-Biała*

² *Łukasiewicz Research Network – Institute of Polymer Materials*
marta.lenartowicz-klik@impib.lukasiewicz.gov.pl

Influence of hydrothermal aging on mechanical and tribological properties of PUR based on esters and ethers

Thermal aging is one of the key factors affecting the durability and reliability of polyurethane elastomers used in elevated temperature conditions. Among other things, the chemical structure of the material changes, including the degradation of soft and hard segments due to hydrolysis, oxidation, and degradation of urethane bonds during prolonged heat exposure. The result of microstructural changes in macromolecules is a reduction in the elasticity and integrity of the polymer network. As a result, mechanical properties deteriorate, i.e., tensile strength and elongation at break. Materials show increased brittleness and greater susceptibility to the initiation and propagation of microcracks. Thermal aging reduces abrasion resistance, promoting the detachment of particles from the surface under contact loads, which leads to accelerated wear and reduced service life of operational components.

A comparative analysis was conducted on commercial polyurethane elastomers of the PUGA series, including ester systems (PUGA 513, PUGA 515) and ether systems based on polytetramethylene glycol (PTMEG) (PUGA 520, PUGA 526), in standard and modified formulations with flame-retardant and antistatic properties (FR-AS). The aim of the research was to demonstrate differences in the susceptibility of ester and ether systems to hydrolytic degradation at elevated temperatures, which forms the basis for assessing the suitability of the tested systems in applications requiring extended service life in contact with water. Accelerated hydrothermal aging was adopted as a simplified model of long-term operation in an aqueous environment. Temperature-induced changes in phase morphology may also play a significant role; research is ongoing to assess their impact on the mechanical properties of the material.

P13

Izabela Gajlewicz, Marta Lenartowicz-Klik, Marcin Pasich, Bartosz Kopyciński, Mariola Bodzek-Kochel, Błażej Chmielnicki*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Materiałów Polimerowych*
izabela.gajlewicz@impib.lukasiewicz.gov.pl**Badanie wybranych właściwości elektrycznych i palności gum syntetycznych**

Ocena właściwości elektrycznych i palności kauczuków jest kluczowa dla określenia ich przydatności w zastosowaniach wysokiego ryzyka, takich jak izolacja kabli, systemy uszczelniające oraz elementy konstrukcyjne pracujące w zmiennych warunkach środowiskowych [1, 2]. Wykonano pomiary rezystywności powierzchniowej i objętościowej, aby ocenić, czy materiał akumuluje, czy rozprasza ładunki elektryczne. Dodatkowo, wyznaczono napięcie przebicia elektrycznego, aby określić dopuszczalne warunki pracy kauczuków w warunkach wysokiego napięcia. Przeprowadzono także testy prądów pełzających, aby ocenić, jak powierzchnia materiału jest odporna na degradację elektryczną pod wpływem długotrwałego działania czynników środowiskowych, takich jak wilgoć i zanieczyszczenia. Oceny palności wykonano za pomocą kalorymetru stożkowego, co umożliwiło ilościowe określenie zarówno tempa wydzielania ciepła (HRR), jak i dynamiki degradacji termicznej. Do określenia zwilżalności materiałów oraz ich tendencji do odpychania lub przyciągania cząsteczek wody wykorzystano goniometr. Analiza wyników wszystkich przeprowadzonych testów umożliwiła określenie zależności pomiędzy składem mieszanek kauczukowych a ich odpornością na obciążenia elektryczne i termiczne. Otrzymane wyniki mogą stanowić podstawę do projektowania materiałów o podwyższonej wytrzymałości dielektrycznej i korzystnych właściwościach w zakresie palności, co ma zasadnicze znaczenie dla poprawy bezpieczeństwa użytkowania i poszerzenia zakresu potencjalnych zastosowań.

Literatura:

1. Wan L. et al. 2020. Flame Retardation of Natural Rubber: Strategy and Recent Progress. *Polymers* 12(2), 429.
2. Cruz-Morales J. A. et al. 2023. Synthetic Polyisoprene Rubber as a Mimic of Natural Rubber: Recent Advances on Synthesis, Nanocomposites, and Applications. *Polymers* 15(20), 4074.

P13

Izabela Gajlewicz, Marta Lenartowicz-Klik, Marcin Pasich, Bartosz Kopyciński, Mariola Bodzek-Kochel, Błażej Chmielnicki*Łukasiewicz Research Network – Institute of Polymer Materials*

izabela.gajlewicz@impib.lukasiewicz.gov.pl

Investigation of selected electrical and flammability properties of synthetic rubbers

Examinations of the electrical and flammability properties of rubbers constitute a crucial element in assessing their suitability for high-risk applications such as cable insulation, sealing systems, and structural components operating under variable environmental conditions [1, 2]. Surface and volume resistivity measurements were performed to evaluate the material's ability to accumulate or dissipate electrical charges. Additionally, the electric breakdown voltage was determined to establish the limiting operating conditions of rubbers under high-voltage stress. Creepage current tests were also conducted to assess the resistance of the material's surface to electrical degradation during prolonged exposure to environmental factors such as moisture and contaminants. Flammability assessments were carried out using a cone calorimeter, enabling the quantification of the heat release rate (HRR), and the dynamics of thermal degradation. A goniometer was used to determine the materials' wettability and their tendency to physically repel or attract water molecules. Analysis of the results from all performed tests allowed the identification of relationships between the rubber compositions and their resistance to electrical and thermal stresses. The obtained findings may serve as a basis for designing materials with enhanced dielectric strength and favorable flammability characteristics, which are essential for improving operational safety and expanding the potential areas of application.

References:

1. Wan L. et al. 2020. *Flame Retardation of Natural Rubber: Strategy and Recent Progress*. *Polymers* 12(2), 429.
2. Cruz-Morales J. A. et al. 2023. *Synthetic Polyisoprene Rubber as a Mimic of Natural Rubber: Recent Advances on Synthesis, Nanocomposites, and Applications*. *Polymers* 15(20), 4074.

P14

Aleksandra Smejda-Krzewicka, Konrad Mrozowski, Krzysztof Strzelec

Politechnika Łódzka

konrad.mrozowski@dokt.p.lodz.pl

Kora dębu jako naturalny bionapełniacz elastomerów – wpływ modyfikacji na właściwości biokompozytów z kauczuku naturalnego

W ostatnich latach rozwój „zielonych” kompozytów elastomerowych zyskał znaczenie jako strategia ograniczania wpływu materiałów gumowych na środowisko. Jednym z kierunków zmniejszania śladu węglowego jest zastępowanie konwencjonalnych napełniaczy (sadzy, krzemionki) surowcami odnawialnymi. W pracy zaproponowano zastosowanie kory dębu (odpad przemysłu drzewnego) jako naturalnego napełniacza w biokompozytach opartych na kauczuku naturalnym (NR).

W tym celu wykonano mieszanki elastomerowe za pomocą walcarki i zwulkanizowano je w prasach hydraulicznych w temperaturze 160 °C. Następnie zbadano wpływ kory niemodyfikowanej oraz modyfikowanej *n*-oktadecylotrimetoksylanem na proces sieciowania i właściwości fizykochemiczne kompozytów NR. Modyfikacja bionapełniacza poprawiła jego zdyspergowanie i ograniczyła agregację w matrycy elastomerowej. Najlepsze właściwości mechaniczne wulkanizatów NR uzyskano, stosując 10 lub 15 cz. wag. kory dębu. Modyfikacja bionapełniacza pozwoliła poprawić wytrzymałość mechaniczną o około 25 %. Dodatek kory zwiększał odporność wulkanizatów na starzenie dzięki obecności polifenoli. Dodatkowo, modyfikacja kory dębu przywracała hydrofobowość kompozytów, która ulegała obniżeniu w przypadku zastosowania niemodyfikowanego bionapełniacza. Wyniki wskazują, że kora dębu może stanowić alternatywę dla tradycyjnych napełniaczy w materiałach o mniejszych wymaganiach wytrzymałościowych lub być stosowana w hybrydowych układach napełniaczy. Odpowiednia modyfikacja powierzchniowa jest jednak kluczowa dla zapewnienia kompatybilności z matrycą elastomerową. Otrzymane biokompozyty wykazują korzystne właściwości użytkowe przy jednoczesnym ograniczeniu śladu węglowego, co wpisuje się w koncepcję zrównoważonych materiałów.

P14

Aleksandra Smejda-Krzewicka, Konrad Mrozowski, Krzysztof Strzelec

Lodz University of Technology

konrad.mrozowski@dokt.p.lodz.pl

Oak bark as a natural biofiller of elastomers – the effect on the properties of natural rubber biocomposites

In recent years, the development of “green” elastomeric composites has gained importance as a strategy for reducing the environmental impact of rubber materials. One direction for reducing the carbon footprint is replacing conventional fillers (carbon black, silica) with renewable raw materials. This work proposed the use of oak bark (wood industry waste) as a natural filler in biocomposites based on natural rubber (NR).

For this purpose, elastomeric compounds were prepared using a roll mill and vulcanized in hydraulic presses at 160 °C. Subsequently, the impact of unmodified bark and bark modified with *n*-octadecyltrimethoxysilane on the crosslinking process and physicochemical properties of NR composites was investigated. Modification of the biofiller improved its dispersion and reduced aggregation in the elastomer matrix. The best mechanical properties of NR vulcanizates were obtained by using 10 or 15 wt. parts of oak bark. Modification of the biofiller allowed for an improvement in mechanical strength by approximately 25 %. The addition of bark increased the resistance of vulcanizates to aging due to the presence of polyphenols. Additionally, modification of oak bark restored the hydrophobicity of the composites, which was reduced when using an unmodified biofiller. The results indicate that oak bark can be an alternative to traditional fillers in materials with lower strength requirements or be used in hybrid filler systems. However, appropriate surface modification is crucial for ensuring compatibility with the elastomer matrix. The obtained biocomposites exhibit beneficial utility properties while simultaneously reducing the carbon footprint, which aligns with the concept of sustainable materials.

P15

Kazimierz Dąbrowski, Cezary Dębek, Dominik Kowalczyk, Robert Stępkowski

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Materiałów Polimerowych
kazimierz.dabrowski@impib.lukasiewicz.gov.pl

Nowe materiały elastomerowe wykorzystujące surowce recyklingowe do zastosowań w budownictwie lądowym

Wykonano badania aktywacji plazmowej (w atmosferze powietrza) i za pomocą wyładowań koronowych granulatu gumowego na bazie kauczuków EPDM/SBR. Modyfikacja wykazała w obu przypadkach znaczne zmiany mierzone napięciem powierzchniowym.

Przeprowadzono próby otrzymywania regeneratów gumowych o regulowanej lepkości. Zastosowano różne ilości plastyfikatorów i peptyzatorów oraz dwie procedury, co pozwoliło regulować lepkość Mooneya w szerokim zakresie 87-53 MU.

Wykonano mieszanki kauczukowe SBR i EPDM zawierające granulaty i otrzymane regeneraty, oznaczono właściwości, określono wpływ aktywacji granulatu oraz sposobów otrzymania regeneratu na właściwości mieszanek i wulkanizatów. Dodatek granulatu wyjściowego czy modyfikowanego powoduje wzrost lepkości mieszanek SBR i spadek mieszanek EPDM.

Z otrzymanych mieszanek wykonano wulkanizaty, zbadano ich właściwości fizyczne i mechaniczne (twardość, wytrzymałość na zerwanie, wydłużenie przy zerwaniu, odbojność). Określono wpływ granulatów i regeneratów na wł. wulkanizatów. Do 30 części masowych granulatów i regeneratów obserwuje się umiarkowane pogorszenie wytrzymałości na zerwanie, wzrost twardości. Modyfikacja granulatu w mieszankach EPDM poprawia odporność na rozdzieranie i ścieranie, a także podnosi wartość wytrzymałości na zerwanie i wydłużenia przy zerwaniu.

Mieszanki SBR i EPDM zawierające regeneraty wykazują lepsze właściwości niż ich odpowiedniki z granulatami wyjściowym i modyfikowanym.

P15

Kazimierz Dąbrowski, Cezary Dębek, Dominik Kowalczyk, Robert Stępkowski

Łukasiewicz Research Network – Institute of Polymer Materials

kazimierz.dabrowski@impib.lukasiewicz.gov.pl

New elastomeric materials using recycled raw materials for civil engineering applications

Studies were conducted on plasma activation (in an air atmosphere) and corona discharges of rubber granulate based on EPDM/SBR rubbers. The modification showed significant changes in both cases, measured by surface tension.

Attempts were made to obtain rubber regenerates with regulated viscosity. Different amounts of plasticizers and peptizers and two procedures were used, which allowed to regulate Mooney viscosity in a wide range of 87-53 MU.

SBR and EPDM rubber compounds containing granulates and obtained regenerates were prepared, properties were determined, the impact of granulate activation and methods of regenerate preparation on the properties of compound and vulcanizates was determined. The addition of initial or modified granulate causes an increase in the viscosity of SBR compounds and a decrease in EPDM compounds.

Vulcanizates were prepared from the obtained compounds, their physical and mechanical properties were examined (hardness, tensile strength, elongation at break, resilience). The impact of granulates and regenerates on the properties of vulcanizates was determined. Up to 30 parts by weight of granulates and regenerates, a moderate deterioration of tensile strength and an increase in hardness are observed. Granulate modification in EPDM compounds improves tear resistance and abrasion resistance and also increases the value of tensile strength and elongation at break.

SBR and EPDM compounds containing regenerates show better properties than their counterparts with initial and modified granulates.

P16

Mirosława Prochoń, Szymon Szczepanik

*Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Instytut Technologii Polimerów
i Barwników*

miroslawaprochon@p.lodz.pl

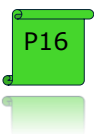
Bio-pochodne związki polipeptydowe i aminokwasy jako czynniki modyfikujące proces sieciowania elastomerów

W kontekście rosnących wymagań środowiskowych oraz potrzeby ograniczania udziału surowców petrochemicznych w technologii elastomerów istotne znaczenie ma wykorzystanie dodatków pochodzenia naturalnego. Celem pracy była ocena wpływu bio-pochodnych związków polipeptydowych oraz aminokwasów na proces sieciowania i właściwości użytkowe wulkanizatów kauczuku naturalnego.

Wytworzono mieszanki NR zawierające polipeptydowe napełniacze oraz ich układy sprzężone, również w obecności krzemionki. Proces wulkanizacji prowadzono w warunkach określonych na podstawie analizy kinetyki sieciowania. Zastosowane dodatki modyfikowały przebieg wulkanizacji, wpływały na strukturę przestrzenną sieci elastomerowej oraz właściwości mechaniczne i dynamiczne materiałów. Obserwowano zwiększenie gęstości usieciowania oraz wzmocnienie oddziaływań w matrycy kauczukowej, szczególnie w przypadku układów sprzężonych.

Analiza spektroskopowa FTIR potwierdziła zmiany w strukturze chemicznej wulkanizatów po starzeniu termooksydacyjnym i kompostowaniu. Wprowadzenie bio-pochodnych dodatków wpływało również na podatność materiałów na degradację w środowisku glebowym, co wskazuje na możliwość projektowania elastomerów o kontrolowanej trwałości.

Uzyskane wyniki potwierdzają, że związki polipeptydowe i aminokwasy mogą pełnić funkcję aktywnych modyfikatorów sieciowania, łącząc poprawę właściwości użytkowych z potencjałem środowiskowym. Zaproponowane rozwiązania wpisują się w założenia zrównoważonego projektowania materiałów elastomerowych.



P16

Mirosława Prochoń, Szymon Szczepanik

Lodz University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Polymer and Dye Technology

mirosława.prochon@p.lodz.pl

Bio-derived polypeptide compounds and amino acids as the factors modifying the process of elastomer cross-linking

In the context of growing environmental requirements and the need to limit the share of petrochemical raw materials in elastomer technology, the use of natural additives is of significant importance. The aim of the work was to evaluate the impact of bio-derived polypeptide compounds and amino acids on the crosslinking process and utility properties of natural rubber vulcanizates.

NR compounds containing polypeptide fillers and their conjugated systems were prepared, including in the presence of silica. The vulcanization process was carried out under conditions determined based on the analysis of crosslinking kinetics. The additives used modified the course of vulcanization, impacted the spatial structure of the elastomeric network, as well as the mechanical and dynamic properties of the materials. An increase in crosslinking density and a strengthening of interactions in the rubber matrix were observed, especially in the case of coupled systems.

FTIR spectroscopic analysis confirmed changes in the chemical structure of vulcanizates after thermo-oxidative aging and composting. The introduction of bio-derived additives also impacted the susceptibility of materials to degradation in the soil environment, which indicates the possibility of designing elastomers with controlled durability.

The obtained results confirm that polypeptide compounds and amino acids can act as active crosslinking modifiers, combining improved performance properties with environmental potential. The proposed solutions are in line with the assumptions of sustainable design of elastomeric materials.

P17

Julita Sadurska

*Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Instytut Technologii Polimerów
i Barwników*

julita.sadurska@outlook.com

Wpływ łupin orzecha ziemnego na właściwości kauczuku naturalnego

Wzrastające zainteresowanie zrównoważonym rozwojem sprzyja poszukiwaniu alternatywnych napełniaczy dla kompozytów elastomerowych pochodzenia naturalnego. Łupiny orzecha ziemnego stanowią łatwo dostępny materiał lignocelulozowy o potencjale zastosowania jako napełniacz w kompozytach na bazie kauczuku naturalnego. Celem pracy była ocena możliwości wykorzystania sproszkowanych łupin orzecha ziemnego jako napełniacza oraz określenie ich wpływu na właściwości mechaniczne kompozytów.

Łupiny poddano rozdrabnianiu w młynie kulowym w celu uzyskania proszku o odpowiednim rozmiarze cząstek, a następnie przeprowadzono analizę granulometryczną z wykorzystaniem sit wibracyjnych w celu wydzielenia określonych frakcji. Tak przygotowany napełniacz wprowadzono do matrycy kauczuku naturalnego, a otrzymane kompozyty poddano procesowi wulkanizacji.

Wpływ napełniacza oceniono na podstawie analizy właściwości mechanicznych, w tym wytrzymałości na rozciąganie, modułu sprężystości oraz wydłużenia przy zerwaniu. Obecność napełniacza lignocelulozowego wpływa na oddziaływania międzyfazowe oraz mechanizm przenoszenia naprężeń w materiale kompozytowym. Zastosowanie sproszkowanych łupin orzecha ziemnego może prowadzić do modyfikacji właściwości mechanicznych kompozytów oraz zwiększenia ich sztywności.

Uzyskane wyniki wskazują, że łupiny orzecha ziemnego stanowią obiecujący, ekologiczny i niskokosztowy napełniacz dla kompozytów elastomerowych, wpisujący się w koncepcję zagospodarowania biomasy odpadowej i zrównoważonego rozwoju materiałów.

P17

Julita Sadurska

Lodz University of Technology, Faculty of Chemistry, Institute of Polymer and Dye Technology

julita.sadurska@outlook.com

The effect of peanut shells on the properties of natural rubber

Growing interest in sustainable development promotes the search for alternative fillers for natural-origin elastomeric composites. Peanut shells are an easily accessible lignocellulosic material with potential for use as a filler in composites based on natural rubber. The aim of the study was to evaluate the possibility of using powdered peanut shells as a filler and to determine their impact on the mechanical properties of the composites.

The shells were subjected to grinding in a ball mill to obtain a powder with an appropriate particle size, and then granulometric analysis was performed using vibrating sieves to separate specific fractions. The filler prepared in this way was introduced into the natural rubber matrix, and the resulting composites were subjected to the vulcanization process.

The impact of the filler was evaluated based on the analysis of mechanical properties, including tensile strength, elastic modulus, and elongation at break. The presence of lignocellulosic filler affects interfacial interactions and the stress transfer mechanism in the composite material. The use of powdered peanut shells can lead to the modification of the mechanical properties of composites and an increase in their stiffness.

The obtained results indicate that peanut shells constitute a promising, ecological, and low-cost filler for elastomeric composites, fitting into the concept of waste biomass management and sustainable material development.

P18

Jakub Wręczycki, Dariusz Bieliński, Katsiaryna Nauharodskaya

Politechnika Łódzka

240350@edu.p.lodz.pl

Próba wykorzystania anionu fluorkowego do dewulkanizacji gumy

W pracy przedstawiono nową metodę dewulkanizacji elastomerów, która polega na wykorzystaniu anionów fluorkowych do rozrywania wiązań siarczkowych w sieci przestrzennej. Typowe metody dewulkanizacji wykorzystują obecnie rozdrabnianie mechaniczne, wysokie temperatury, mikrofałę lub środki chemiczne. Wulkanizaty kauczuku butadienowo-akrylonitrylowego (NBR) o zbliżonej gęstości usieciowania, ale różniące się typem wiązań (mono-, di- i polisiarczkowe), potraktowano roztworami fluorku tetra-*n*-butylamonowego (TBAF) w różnych warunkach (zmienne stężenie, rozpuszczalnik, temperatura i czas reakcji). Zmierzono zmiany w gęstości usieciowania i innych istotnych parametrach sieci elastomerów. Wyniki wskazały, że po obróbce gęstość usieciowania zmniejszyła się nawet o 50 %. Oparte na fluorkach podejście ma duży potencjał w procesie dewulkanizacji mieszanek gumowych.

P18

Jakub Wręczycki, Dariusz Bieliński, Katsiaryna Nauharodskaya

Lodz University of Technology

240350@edu.p.lodz.pl

An attempt to use the fluoride anion in the devulcanization of rubber

This study developed a novel method for the devulcanization of elastomers using fluoride anions to cleave sulfide bonds at network crosslinks. Current devulcanization methods typically employ grinders, elevated temperatures, microwave energy, or chemical reagents. Acrylonitrile-butadiene rubber (NBR) vulcanizates with similar crosslink densities but different crosslink types (mono-, di-, and polysulfidic) were treated with tetra-*n*-butylammonium fluoride (TBAF) solutions under varying conditions (concentration, solvent, temperature, and reaction time). Changes in crosslink density and other relevant network properties of elastomers were measured. Results showed a reduction in crosslink density up to 50 % after treatment. This fluoride-based approach demonstrates significant potential for the devulcanization of rubber compounds.

P19

Jakub Wręczycki, Dariusz Bieliński, Katsiaryna Nauharodskaya

Politechnika Łódzka

240350@edu.p.lodz.pl

Od ziarna do biokompozytu: fusy kawowe jako nowatorski funkcjonalny napęlniacz kauczuku

W przemyśle gumowym rośnie zapotrzebowanie na materiały zrównoważone, co stymuluje poszukiwanie alternatyw dla tradycyjnych napęlniaczy, takich jak sadza techniczna i krzemionka. Produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego, takie jak zużyte fusy po kawie (SCG), zyskują na znaczeniu jako obiecujące i niedrogie materiały do tworzenia ekologicznych kompozytów. W niniejszej pracy zbadano wpływ metody parzenia kawy na potencjał wzmacniający, jaki mają zużyte fusy kawowe w kauczuku butadienowo-akrylonitrylowym (NBR). Przygotowano i przebadano kompozyty, które zawierały nieprzetworzone fusy po espresso oraz po kawie filtrowanej. Pomimo, że oba napęlniacze obniżyły gęstość usieciowania, zaobserwowano wyraźne różnice w ich działaniu. Napęlniacze na bazie fusów po espresso charakteryzowały się mniejszym efektem Payne'a, a także większą wytrzymałością na rozciąganie i odpornością na starzenie w porównaniu do tych na bazie fusów po kawie filtrowanej. Sugeruje to, że fusy po espresso stanowią lepszy surowiec do wytwarzania biokompozytów, prawdopodobnie ze względu na silniejsze oddziaływania między napęlniaczem a polimerem.

P19

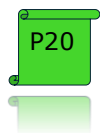
Jakub Wręczycki, Dariusz Bieliński, Katsiaryna Nauharodskaya

Lodz University of Technology

240350@edu.p.lodz.pl

From bean to biocomposite: spent coffee grounds as a novel functional filler for rubber

The growing demand for sustainable materials in the rubber industry drives the search for alternatives to conventional fillers like carbon black and silica. Agro-industrial by-products, such as spent coffee grounds (SCG), have emerged as low-cost, high-potential candidates for developing eco-friendly composites. This study evaluated how the brewing method affects the reinforcing potential of spent coffee grounds in acrylonitrile-butadiene rubber (NBR). Composites containing untreated espresso and filter grounds were prepared and tested. While both fillers reduced the overall crosslink density, a clear difference in performance was observed. Espresso-based fillers resulted in a lower Payne effect and higher tensile strength and aging resistance than filter-based fillers. This indicates that the espresso process yields a more suitable feedstock for biocomposite development, likely due to better filler-polymer interactions.



Cezary Dębek

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Materiałów Polimerowych
cezary.debek@impib.lukasiewicz.gov.pl

Właściwości wulkanizatów kauczuków dienowych i nasyconych plastyfikowanych ciężką frakcją rOil

Z oleju (rOil) pochodzącego z pirolizy całych opon samochodowych z dodatkiem zużytych produktów gumowych uzyskano frakcję wrzącą powyżej 255 °C (hrOil). Frakcja ta znalazła zastosowanie jako plastyfiktor w mieszankach gumowych opartych na kauczukach butadienowo-styrenowym, nitrylowym oraz etylenowo-propylenowo-dienowym.

Przebadano właściwości zarówno mieszanek kauczukowych, jak i uzyskanych z nich wulkanizatów. Uzyskane wyniki zestawiono z wynikami dla mieszanek zawierających aromatyczny olej TDAE (QT) oraz naftenowy olej maszynowy (LA).

Ustalono, że dodatek hrOil zapewniał mieszankom SBR i NBR zbliżoną lepkość Mooneya 1+4 w temperaturze 100 °C, wynoszącą 50-53 MU. W przypadku EPDM lepkość ta była jednak niemal dwukrotnie wyższa niż dla LA (27 MU).

Analiza kinetyki wulkanizacji wykazała istotne skrócenie czasu podwulkanizacji oraz samego procesu wulkanizacji mieszanek z dodatkiem hrOil. Jednocześnie wzrost momentu reometrycznego pozostał na porównywalnym poziomie.

Twardość wulkanizatów oraz ich wytrzymałość na rozciąganie podczas zerwania były zbliżone we wszystkich seriach próbek, niezależnie od rodzaju zastosowanego oleju. Wydłużenie przy zerwaniu wulkanizatów SBR i NBR również nie wykazywało znaczących odchyleń.

W przypadku wulkanizatów EPDM zaobserwowano większe różnice. Wulkanizat z olejem LA pękał przy odkształceniu bliskim 300 %, ten z plastyfikatorem QT osiągnął wartość ponad 400 %, a uplastyczniony hrOilem – niecałe 500 %. Moduły przy odkształceniach 100, 200 i 300 % wykazują odwrotną korelację z wartościami wydłużenia przy zerwaniu.

Wpływ hrOil na odporność na ścieranie jest zmienny w porównaniu z innymi olejami. W przypadku wulkanizatów SBR przyjmuje on wartość pośrednią, wynoszącą 108 mm³. Dla mieszanek NBR najmniej korzystny wynik to 125 mm³, podczas gdy dla pozostałych jest to 82 i 100 mm³. W przypadku wulkanizatów EPDM użycie hrOil zredukowało zużycie cierne ze 193 do 115 cm³.

P20

Cezary Dębek

Łukasiewicz Research Network – Institute of Polymer Materials

cezary.debek@impib.lukasiewicz.gov.pl

Properties of diene and saturated rubber vulcanizates plasticized with a heavy fraction of rOil

From the oil obtained by pyrolysis of whole car tires (rOil) with the addition of other used rubber products, a fraction boiling above 255 °C (hrOil) was obtained. This fraction was used as a plasticizer for rubber compounds based on styrene-butadiene, nitrile, and ethylene-propylene-diene rubbers.

The properties of the rubber compounds and their vulcanizates were tested. The obtained results were compared to those containing aromatic TDAE oil (QT) and naphthenic machine oil (LA).

It was found that hrOil imparted a similar Mooney 1+4 viscosity at 100 °C of 50-53 MU to SBR and NBR compounds. However, in the case of EPDM, the viscosity was almost twice as high as that of LA (27 MU).

When examining the kinetics of vulcanization a significant reduction in the scorch and vulcanization time of the compounds containing hrOil was noted. However, the increase in rheometric torque remained similar.

The hardness of the vulcanizates and the tensile strength at break were similar in each series of samples, regardless of the oil type. The elongation at break for the SBR and NBR vulcanizates also showed no significant variations.

Greater differences were observed for EPDM vulcanizates. The vulcanizate containing LA oil broke at a strain of almost 300 %, the one containing QT plasticizer reached a value of over 400 %, and the one plasticized with hrOil reached a value of slightly less than 500 %. The moduli of 100, 200, and 300 % changes correlate inversely with the elongation at break values.

The effect of hrOil on abrasion resistance compared to the other oils is variable. For SBR vulcanizates, it is intermediate at 108 mm³. For NBR compounds, the least favorable value is 125, compared to 82 and 100 mm³. For EPDM vulcanizates, the use of hrOil reduced friction wear from 193 to 115 cm³.

P21

**Urszula Pawłowska¹, Hubert Cieśliński², Stanisław Stokłuska¹,
Janusz Datta², Cezary Dębek¹, Kazimierz Dąbrowski¹**

¹ Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Materiałów Polimerowych

² Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny

urszula.pawlowska@impib.lukasiewicz.gov.pl

Kompozyty elastomerowe modyfikowane olejkami eterycznymi – aktywność przeciwdrobnoustrojowa i właściwości użytkowe

Olejki eteryczne są znane z działania przeciwdrobnoustrojowego na różne mikroorganizmy, jednak ich zastosowanie w elastomerach jest ograniczone ze względu na lotność, możliwą migrację oraz potencjalny wpływ na przebieg wulkanizacji i właściwości mechaniczne materiału.

Celem pracy była ocena możliwości otrzymania sieciowanych nadtlenkowo kompozytów elastomerowych zawierających wybrane olejki eteryczne, łączących funkcjonalność mechaniczną z aktywnością przeciwdrobnoustrojową.

Badania prowadzono dwuetapowo. Najpierw zweryfikowano aktywność antybakteryjną wybranych olejków wobec referencyjnych szczepów bakterii Gram-dodatnich i Gram-ujemnych metodą dyfuzyjno-krażkową. Następnie przygotowano kompozyty elastomerowe zawierające określone ilości dodatku i poddano je analizie reologicznej, badaniom właściwości mechanicznych oraz termicznych. Aktywność przeciwdrobnoustrojową wulkanizatów oceniono metodami dyfuzyjnymi oraz stykowymi.

Uzyskane wyniki wskazują, że możliwe jest otrzymanie elastomerów wykazujących mierzalną aktywność przeciwdrobnoustrojową przy zachowaniu, a w niektórych przypadkach poprawie, wybranych parametrów mechanicznych względem materiału referencyjnego. Charakter działania zależy od interakcji dodatku z matrycą polimerową oraz warunków sieciowania.

Otrzymane rezultaty potwierdzają potencjał naturalnych dodatków bioaktywnych w projektowaniu funkcjonalnych materiałów elastomerowych.

P21

**Urszula Pawłowska¹, Hubert Cieśliński², Stanisław Stokłuska¹,
Janusz Datta², Cezary Dębek¹, Kazimierz Dąbrowski¹**

¹ *Łukasiewicz Research Network – Institute of Polymer Materials*

² *Gdańsk University of Technology, Faculty of Chemistry*

urszula.pawlowska@impib.lukasiewicz.gov.pl

Elastomeric composites modified with essential oils – antimicrobial activity and functional properties

Essential oils are known for their antimicrobial activity against various microorganisms, but their use in elastomers is limited due to volatility, possible migration, and potential impact on the vulcanization process and mechanical properties of the material.

The aim of the work was to evaluate the possibility of obtaining peroxide-crosslinked elastomeric composites containing selected essential oils, combining mechanical functionality with antimicrobial activity.

The research was conducted in stages. First, the antibacterial activity of selected oils against reference strains of Gram-positive and Gram-negative bacteria was verified using the disk diffusion method. Subsequently, elastomeric composites containing specified amounts of the additive were prepared and subjected to rheological analysis, mechanical properties, and thermal tests. The antimicrobial activity of vulcanizates was assessed using diffusion and contact methods.

The obtained results indicate that it is possible to obtain elastomers exhibiting measurable antimicrobial activity while maintaining, and in some cases improving, selected mechanical parameters compared to the reference material. The nature of the action depends on the interaction of the additive with the polymer matrix and the crosslinking conditions.

The obtained results confirm the potential of natural bioactive additives in the design of functional elastomeric materials.

P22

**Urszula Pawłowska, Stanisław Stokłuska, Kazimierz Dąbrowski,
Dominik Kowalczyk**

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Materiałów Polimerowych
stanislaw.stokluska@impib.lukasiewicz.gov.pl

Migracja składników i wady wyrobów – przyczyny, skutki i strategie kontroli

Migracja małącząsteczkowych składników w elastomerach stanowi jedno z istotnych zagadnień technologii gumy. Zjawisko to może prowadzić do powstawania wykwitów (*bloomingu*), zmian właściwości mechanicznych, emisji zapachu oraz obniżenia trwałości wyrobów. Jednocześnie mobilność dodatków jest nieodłącznym elementem układów wieloskładnikowych i zależy od kompatybilności chemicznej, gęstości usieciowania, obecności napelniaczy oraz warunków eksploatacji.

W pracy przedstawiono wybrane studia przypadków przemysłowych dotyczących migracji przyspieszaczy, plastyfikatorów i innych dodatków, wraz z analizą potencjalnych mechanizmów fizykochemicznych. Omówiono również strategie ograniczania migracji poprzez modyfikację formulacji, dobór kompatybilnych składników oraz kontrolę architektury sieci elastomerowej.

Zwrócono uwagę, że mobilność dodatków może być postrzegana zarówno jako wada wyrobu, jak i – w określonych systemach funkcjonalnych – jako zjawisko projektowane i kontrolowane. Zrozumienie mechanizmów migracji stanowi istotny element racjonalnego projektowania mieszanek elastomerowych.

P22

**Urszula Pawłowska, Stanisław Stokłuska, Kazimierz Dąbrowski,
Dominik Kowalczyk**

Łukasiewicz Research Network – Institute of Polymer Materials
stanislaw.stokluska@impib.lukasiewicz.gov.pl

Migration of components and product defects – causes, effects, and control strategies

The migration of low-molecular-weight components in elastomers is one of the significant issues in rubber technology. This phenomenon can lead to the formation of bloom, changes in mechanical properties, odor emission, and a reduction in product durability. At the same time, the mobility of additives is an inherent element of multicomponent systems and depends on chemical compatibility, crosslinking density, the presence of fillers, and operating conditions.

The paper presents selected industrial case studies concerning the migration of accelerators, plasticizers, and other additives, along with an analysis of potential physicochemical mechanisms. Strategies for limiting migration through formulation modification, selection of compatible components, and control of the elastomeric network architecture were also discussed.

It was noted that the mobility of additives can be perceived both as a product defect and – in specific functional systems – as a designed and controlled phenomenon. Understanding migration mechanisms is a crucial element in the rational design of elastomeric compounds.

P23

Elżbieta Piesowicz, Krzysztof Pypeć, Sandra Paszkiewicz, Izabela Irska, Iga Korczyńska

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
elzbieta.piesowicz@zut.edu.pl

Elastomery termoplastyczne modyfikowane pyłem EPDM

Stały wzrost zapotrzebowania na wyroby z tworzyw sztucznych prowadzi do powstawania dużych ilości odpadów zarówno na etapie produkcji, jak i po zakończeniu użytkowania produktów. W przypadku tworzyw termoplastycznych recykling jest stosunkowo prosty ze względu na możliwość ich wielokrotnego przetwarzania. Znacznie większym problemem są odpady zwulkanizowanej gumy, których zagospodarowanie stanowi wyzwanie środowiskowe i ekonomiczne. Ze względu na usieciowaną strukturę elastomerów oraz obecność licznych dodatków ich naturalna degradacja przebiega bardzo wolno, a produkty rozkładu mogą negatywnie oddziaływać na środowisko. Z tego względu bardziej pożądanym rozwiązaniem niż składowanie lub spalanie jest ponowne wykorzystanie odpadów w procesach produkcyjnych.

Jednym z problemów związanych z wykorzystaniem pyłów gumowych jest pogorszenie właściwości fizykomechanicznych materiałów. W pracy zastosowano pył gumowy EPDM jako napełniacz bez dodatkowej modyfikacji. Jako podstawę kompozytu zastosowano mieszaninę polipropylenu (PP) i kauczuku EPDM, które wykazują dobrą zgodność fazową i korzystne właściwości przetwórcze.

Celem pracy było opracowanie kompozycji umożliwiającej wprowadzenie ponad 30 % pyłu EPDM pochodzącego z odpadów powstających podczas produkcji nawierzchni sportowych. Uzyskane materiały zawierały nawet do 50 % wagowych napełniacza, zachowując dobre właściwości mechaniczne (wytrzymałość >3 MPa, wydłużenie >300 %, twardość <75 ShA) oraz odporność na czynniki atmosferyczne. Analiza SEM i TEM potwierdziła wystąpienie inwersji faz, w której polipropylen stanowi podstawę dla cząstek zwulkanizowanego kauczuku. Opracowane kompozycje wykazują potencjał zastosowania w produkcji nawierzchni sportowych oraz elementów wytwarzanych metodą wtryskiwania.

P23

Elżbieta Piesowicz, Krzysztof Pypeć, Sandra Paszkiewicz, Izabela Irska, Iga Korczyńska

West Pomeranian University of Technology in Szczecin
elzbieta.piesowicz@zut.edu.pl

Thermoplastic elastomers modified with EPDM fine powder

Constant increase in demand for plastic products leads to the generation of large amounts of waste both during production and after the end of product use. In the case of thermoplastics, recycling is relatively simple due to the possibility of their repeated processing. A much greater problem is vulcanized rubber waste, the management of which poses an environmental and economic challenge. Due to the cross-linked structure of elastomers and the presence of numerous additives, their natural degradation proceeds very slowly, and decomposition products can negatively impact the environment. For this reason, a more desirable solution than landfilling or incineration is the reuse of waste in production processes.

One of the problems associated with the use of rubber dust is the deterioration of the physicommechanical properties of materials. In this work, EPDM rubber dust was used as a filler without additional modification. A mixture of polypropylene (PP) and EPDM rubber was used as the composite matrix, which exhibit good phase compatibility and favorable processing properties.

The aim of the work was to develop a composition allowing the introduction of over 30 % of EPDM dust originating from waste generated during the production of sports surfaces. The obtained materials contained up to 50 wt% of the filler, while maintaining good mechanical properties (strength >3 MPa, elongation >300 %, hardness <75 ShA) and resistance to atmospheric factors. SEM and TEM analysis confirmed the occurrence of phase inversion, in which polypropylene forms the matrix for vulcanized rubber particles. The developed compositions show potential for application in the production of sports surfaces and injection-molded elements.

P24

Anna Marzec¹, Bolesław Szadkowski¹, Essi Sarlin², Przemysław Rybiński³

¹ Politechnika Łódzka

² Katedra Inżynierii Materiałowej i Środowiska, Uniwersytet w Tampere, Korkeakoulunkatu 6, 33720 Tampere, Finlandia

³ Instytut Chemii, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach
anna.marzec@p.lodz.pl

Biofunkcjonalizacja napelniaczy z wykorzystaniem naturalnego kwasu fitowego w celu opracowania zrównoważonych układów niepalniających dla kompozytów z kauczuku naturalnego

W ostatnich dekadach, w związku z narastającym problemem wyczerpywania się zasobów paliw kopalnych i negatywnym wpływem chemikaliów ropopochodnych na środowisko, obserwuje się intensywny rozwój bardziej ekologicznych materiałów polimerowych. W związku z tym proponujemy przyjazną dla środowiska strategię zwiększenia ognioodporności kompozytów elastomerowych sieciowanych siarką, która łączy wykorzystanie związków fosforu pochodzenia naturalnego z napelniaczami mineralnymi. Hybrydowe środki zmniejszające palność zostały zaprojektowane na bazie hydrotalkitu (LDH) i sepiolitu (SEP), które poddano funkcjonalizacji 3-aminopropylotrietoksysilanem (APTS), a następnie immobilizowano kwasem fitynowym (PA). O ile bezpośrednio dodanie PA *in situ* do kauczuku naturalnego (NR) zaburzało proces wulkanizacji siarką, o tyle zakotwiczenie PA na powierzchni silanizowanych napelniaczy umożliwiło jego efektywne wykorzystanie bez negatywnego wpływu na przebieg utwardzania. Otrzymane hybrydy synergistycznie poprawiły stabilność termiczną, a także przyczyniły się do polepszenia właściwości mechanicznych i barierowych. Kalorymetria stożkowa wykazała istotne obniżenie szczytowej wartości ciepła wydzielanego dla NR zawierającego napelniacze modyfikowane PA, co jednoznacznie potwierdziło znaczny wzrost odporności na ogień. W ogólnym ujęciu, unieruchomienie funkcjonalnych cząsteczek naturalnego pochodzenia na napelniaczach mineralnych stanowi praktyczną drogę do tworzenia wielofunkcyjnych, bardziej zrównoważonych systemów dodatków zmniejszających palność dla elastomerów ogólnego zastosowania.

P24

Anna Marzec¹, Bolesław Szadkowski¹, Essi Sarlin², Przemysław Rybiński³

¹ Lodz University of Technology

² Materials Science and Environmental Engineering, Tampere University,
Korkeakoulunkatu 6, 33720 Tampere, Finland

³ Institute of Chemistry, The Jan Kochanowski University
anna.marzec@p.lodz.pl

Bio-functionalization of fillers using natural phytic acid to develop sustainable flame-retardant systems for natural rubber composites

In recent decades, growing concern over fossil-fuel depletion and the environmental footprint of oil-derived chemicals has accelerated the development of more sustainable polymer materials. In this context, we propose an eco-friendly strategy to improve fire safety in sulfur-cured elastomer composites by combining naturally derived phosphorus chemistry with mineral fillers. Hybrid flame-retardant additives were designed using hydrotalcite (LDH) and sepiolite (SEP) functionalized with 3-aminopropyltriethoxysilane (APTS) and subsequently immobilized with phytic acid (PA). While direct in situ incorporation of PA into natural rubber (NR) was found to disrupt sulfur vulcanization, anchoring PA onto silanized fillers enabled its effective use without compromising cure development. The resulting hybrids provided synergistic improvements in thermal stability and contributed to enhanced mechanical and barrier performance. Cone calorimetry demonstrated a substantial reduction in peak heat release rate for NR containing PA-modified fillers, confirming a marked increase in flame retardancy. Overall, immobilization of natural-origin functional molecules on mineral fillers offers a practical route to create multifunctional, more sustainable flame-retardant additive systems for commodity elastomers.

P25

Michał Okraska, Dariusz Bieliński

Politechnika Łódzka, Instytut Technologii Polimerów i Barwników
michal.okraska@p.lodz.pl

Hydrofobizacja powierzchni kompozytów elastomerowych metodą teksturowania laserowego

W prezentowanej pracy podjęto próbę modyfikacji właściwości powierzchniowych wulkanizatów kauczuku EPDM, NBR i SBR z wykorzystaniem metody teksturowania laserowego. Technika ta jest szeroko stosowana w inżynierii powierzchni, jednak dotychczasowe badania koncentrowały się głównie na materiałach takich jak metale i ich stopy oraz ceramika.

Celem przeprowadzonych badań była modyfikacja hydrofobowości powierzchni kompozytów elastomerowych poprzez wytworzenie kontrolowanej chropowatości. W tym celu zastosowano technikę bezpośredniego teksturowania laserowego powierzchni wulkanizatów, która dotychczas nie była szerzej badana w odniesieniu do podłoży elastomerowych.

Teksturowanie przeprowadzono z użyciem podczerwonego nanosekundowego lasera impulsowego, wyposażonego w zestaw zwierciadeł umożliwiających kontrolowany ruch wiązki po powierzchni obrabianego materiału. W trakcie prac przetestowano różne parametry procesu, takie jak szybkość skanowania, odległość między liniami tekstur, moc oraz modulację wiązki laserowej.

Teksturowane powierzchnie poddano analizom kąta zwilżania wodą, badaniom mikroskopowym oraz na wybranych próbkach, innym testom. Uzyskano wartości kąta zwilżania wodą dochodzące nawet do 150 °, co jest graniczną wartością superhydrofobowości.



P25

Michał Okraska, Dariusz Bieliński

Lodz University of Technology, Institute of Polymer and Dye Technology
michal.okraska@p.lodz.pl

Hydrophobization of the surface of elastomeric composites by laser texturing

In the presented work, an attempt was made to modify the surface properties of EPDM, NBR, and SBR rubber vulcanizates using the laser texturing method. This technique is widely used in surface engineering, however, previous research has focused mainly on materials such as metals and their alloys, and ceramics.

The aim of the conducted research was the modification of the surface hydrophobicity of elastomeric composites by creating controlled roughness. For this purpose, the technique of direct laser texturing of vulcanizate surfaces, which has not been extensively studied previously in relation to elastomeric substrates, was used.

Texturing was carried out using an infrared nanosecond pulsed laser, equipped with a set of mirrors enabling controlled beam movement across the surface of the processed material. During the work, various process parameters were tested, such as scanning speed, distance between texture lines, power, and laser beam modulation.

The textured surfaces were subjected to water contact angle analyses, microscopic examinations, and, on selected samples, other tests. Water contact angle values were obtained reaching up to 150 °, which is the threshold value for superhydrophobicity.

P26

Asmaa Alkassfarity; Paulina Parcheta-Szwindowska; Janusz Datta

Politechnika Gdańska

janusz.datta@pg.edu.pl

Projektowanie trudnopalnych elastomerów do zastosowań przemysłowych

Elastomery poliuretanowe zyskały na znaczeniu w wielu zastosowaniach ze względu na swoje wyjątkowe i wszechstronne właściwości. Jednakże wysoka łatwopalność materiałów PU stanowi poważne zagrożenie pożarowe, co znacznie ogranicza ich zastosowanie.

Dlatego też opracowywanie elastomerów o podwyższonej odporności ogniowej, przy jednoczesnym zachowaniu elastyczności mechanicznej i stabilności termicznej, pozostaje kluczowym wyzwaniem w odniesieniu do tych materiałów.

W odpowiedzi na te wyzwania, z powodzeniem opracowano i zoptymalizowano szereg innowacyjnych, ognioodpornych elastomerów PU, przeznaczonych do wymagających zastosowań przemysłowych. W tym celu, reaktywny, bezhalogenowy ester glikolu fosforanowego polietylu został połączony z izocyjanianem segmentu twardego i środkiem przedłużającym łańcuch za pomocą techniki jednoczesnej.

W celu określenia optymalnego stosunku molowego $[NCO]/[OH]$ oraz oceny ogólnej wydajności materiału, wszystkie przygotowane próbki zostały poddane szczegółowej analizie, obejmującej charakterystykę składu chemicznego, analizę termiczną, ocenę zachowania podczas spalania i testy mechaniczne.

Z przeprowadzonych eksperymentów wynika, że istnieje związek między strukturą a właściwościami elastomerów ognioodpornych. Przede wszystkim udowodniono, że precyzyjnie dobrane proporcje składników mogą znacząco podnieść ognioodporność, nie wpływając negatywnie na cechy funkcjonalne elastomerów przemysłowych.

Konkludując, badania te stanowią wkład w rozwój nowej generacji materiałów elastomerowych, które spełniają rosnące wymagania w zakresie bezpieczeństwa pożarowego, przy jednoczesnym zachowaniu niezawodności mechanicznej niezbędnej w przemyśle.

P26

Asmaa Alkassfarity; Paulina Parcheta-Szwindowska; Janusz Datta

Gdańsk University of Technology

janusz.datta@pg.edu.pl

Designing flame-retardant elastomers for industrial applications

Polyurethane elastomers have emerged as a prominent focus in various application become a current focal point in many applications due to its superior comprehensive properties. Nevertheless, the inherently high flammability of PU materials poses serious fire hazards, severely limiting their practical applications.

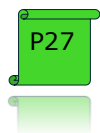
Therefore, the development of elastomers with improved fire resistance while maintaining mechanical flexibility and thermal stability remains a pressing challenge for these materials.

To address these challenges, a series of novel flame-retardant PU elastomers was successfully fabricated and optimized, which is tailored for demanding industrial applications. Therefore, reactive halogen-free polyethyl phosphate glycol ester was combined with hard segment isocyanate and chain extender via a one-shot technique.

To determine the optimal $[\text{NCO}]/[\text{OH}]$ molar ratio, all prepared samples were comprehensively evaluated, including chemical composition characterization, thermal analysis, combustion behavior assessment, and mechanical performance testing to determine the overall material performance.

The experimental results provide insight into the structure–property relationships in flame-resistant elastomers. In particular, it demonstrates that carefully engineered ratio systems can significantly improve flame retardancy while preserving the functional characteristics required for industrial elastomeric material.

In conclusion, this work contributes to the advancement of next-generation elastomer materials that meet increasingly stringent fire safety standards while maintaining the mechanical reliability required in industrial application.



Wojciech Kot, Beata Nicieja, Rafał Szlama, Krzysztof Chabko

Sanok Rubber Company S.A

wojciech.kot@sanokrubber.pl

Projekty badawcze realizowane w ramach Działania 1.1.1 POIR 2014–2020

W ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój 2014–2020 organizowanego przez NCBR, Sanok Rubber Company S.A zrealizował 3 projekty. Projekty obejmowały badania przemysłowe i prace rozwojowe, mające na celu opracowanie innowacyjnych rozwiązań technologicznych.

Projekt pt. „Antywibracyjne wyroby gumowo-metalowe przeznaczone do zawiesznień silników samochodów z napędem elektrycznym” POIR.01.01.01-00-0110/21 obejmował opracowanie nowego, antywibracyjnego wyrobu gumowo-metalowego przeznaczonego do zwiesznień silników samochodów z napędem elektrycznym. W ramach prac opracowano wyrób charakteryzujący się niskim przyrostem sztywności dynamicznej w wysokich częstotliwościach drgań, co pozwoli na redukcję wibracji i poprawę komfortu.

Projekt pt. „Uszczelnienia karoserii samochodowych z innowacyjną strukturą powierzchni jako alternatywa dla powłok lakierniczych” POIR.01.01.01-00-0121/21 obejmował opracowanie materiałów elastomerowych i wyrobów uszczelniających o obniżonym współczynniku tarcia. Celem było zastąpienie powłok lakierniczych innowacyjną strukturą powierzchni wyrobu. W wyniku badań i prac rozwojowych uzyskano uszczelnienia o zwiększonej trwałości i gotowości do wdrożenia.

Projekt „Pasy klinowe na bazie mieszanek EPDM/EPM o podwyższonej wytrzymałości” POIR.01.01.01-00-0135/21 obejmował opracowanie receptur mieszanek EPDM/EPM o zwiększonej odporności na starzenie cieplne, ozon, czynniki atmosferyczne oraz optymalizację konstrukcji pasa pod kątem wydłużonej trwałości. W wyniku realizacji projektu opracowano optymalne rozwiązanie konstrukcyjno-materiałowe pasów EPDM/EPM, dzięki któremu uzyskaliśmy wytrzymałość o 10 % wyższą w stosunku do produktów bazujących na mieszankach CR.



P27

Wojciech Kot, Beata Nicieja, Rafał Szlama, Krzysztof Chabko

Sanok Rubber Company S.A

wojciech.kot@sanokrubber.pl

**Research projects carried out under the Action 1.1.1
of the POIR 2014-2020 Programme**

Under the Smart Growth Operational Programme 2014–2020 organized by the National Centre for Research and Development (NCBR), Sanok Rubber Company S.A implemented 3 projects. The projects included industrial research and development work, aimed at developing innovative technological solutions.

Project titled “Anti-vibration rubber-metal products for suspensions of electric vehicle engines” POIR.01.01.01-00-0110/21 involved the development of a new, anti-vibration rubber-metal product intended for suspensions of electric vehicle engines. As part of the work, a product was developed characterized by a low increase in dynamic stiffness at high vibration frequencies, which will allow for vibration reduction and improved comfort.

Project titled “Automotive body seals with an innovative surface structure as an alternative to paint coatings” POIR.01.01.01-00-0121/21 involved the development of elastomeric materials and sealing products with a reduced friction coefficient. The aim was to replace paint coatings with an innovative product surface structure. As a result of research and development work, seals were obtained with increased durability and readiness for implementation.

Project “V-belts based on EPDM/EPM compounds with increased strength” POIR.01.01.01-00-0135/21 involved the development of EPDM/EPM compound formulations with increased resistance to thermal aging, ozone, atmospheric factors, and optimization of the belt design for extended durability. As a result of the project implementation, an optimal design and material solution for EPDM/EPM belts was developed, thanks to which we achieved 10 % higher strength compared to products based on CR compounds.

P28

Krzysztof Kaczewiak¹, Magdalena Maciejewska², Piotr Głąb³

¹ *Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska Politechniki Łódzkiej ul. Żeromskiego 116, 90-543 Łódź; Hutchinson Poland Sp. z o.o. ul. Kurczaki 130, 93-331 Łódź*

² *Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Politechnika Łódzka, ul. Stefanowskiego 16, 90-537 Łódź*

³ *Hutchinson Poland Sp. z o.o. ul. Kurczaki 130, 93-331 Łódź*

krzysztof.kaczewiak@dokt.p.lodz.pl

Redukcja wpływu środowiskowego poprzez optymalizację zawartości ZnO w mieszankach EPDM

Tlenek cynku jest uważany za najlepszy aktywator wulkanizacji siarkowej zwiększający kinetykę reakcji sieciowania oraz promujący krótkie wiązania siarczkowe, które zwiększają ogólną gęstość usieciowania. Do skutecznego działania wymaga dość dużych ilości, sięgających nawet 5 phr. Dodatkowo zgodnie z międzynarodową klasyfikacją GHG posiada zwrot zagrożenia H410 odnoszący się do szkodliwości dla środowiska wodnego, co rodzi obawy o uwalnianie ZnO i produktów jego reakcji w cyklu życia produktów. Sposób wytwarzania głównie poprzez prażenie rudy cynku powoduje jego wysoki ślad węglowy.

Celem ograniczenia ilości ZnO w mieszankach z terpolimeru etylenowo-propylenowo-dienowego (EPDM) podjęto prace dążące do redukcji jego zawartości, tak, aby nie spowodować pogorszenia właściwości funkcjonalnych wulkanizatów; jak gęstość usieciowania i odkształcenie trwałe. Prace badawcze polegały na zamianie ZnO na sole: glukonian i acetyloacetonian cynku, próby syntetyzowania kompleksów cynku z innymi kwasami np. kwasem cytrynowym i bezwodnikiem maleinowym oraz zamianie ZnO na zsyntetyzowane *in situ* produkty reakcji ZnO i kwasu stearynowego (StH).

Wulkanizaty zawierające sole cynku wykazywały znaczną porowatość. Nie wszystkie przeprowadzone reakcje prowadziły do dających się zastosować produktów. Zwiększona ilość StH w stosunku do mieszanki referencyjnej powodowała wykwitanie powierzchni wulkanizatów. Jednakże wykonane oznaczenia wskazały możliwość redukcji ekwiwalentu ZnO nawet 3-krotnie bez pogorszenia właściwości funkcjonalnych dla produktów zsyntetyzowanych z StH i innych kwasów.

Wskazuje to na realną możliwość ograniczenia ilości cynku w mieszankach i daje szansę na redukcję śladu węglowego wyrobów oraz zmniejszenie obciążenia środowiska wodnego ZnO w trakcie eksploatacji wyrobów gumowych.

P28

Krzysztof Kaczewiak¹, Magdalena Maciejewska², Piotr Głab³

¹ *Interdisciplinary Doctoral School of Lodz University of Technology ul. Żeromskiego 116, 90-543 Łódź; Hutchinson Poland Sp. z o.o. ul. Kurczaki 130, 93-331 Łódź*

² *Institute of Polymer and Dye Technology, Lodz University of Technology, ul. Stefanowskiego 16, 90-537 Łódź*

³ *Hutchinson Poland Sp. z o.o. ul. Kurczaki 130, 93-331 Łódź*
krzysztof.kaczewiak@dokt.p.lodz.pl

Reduction of environmental impact by optimizing the ZnO content in EPDM compounds

Zinc oxide is considered the best activator for sulfur vulcanization, increasing the kinetics of the crosslinking reaction and promoting short disulfide bonds, which increase the overall crosslinking density. For effective action, it requires quite large amounts, reaching up to 5 phr. Additionally, according to the international GHG classification, it has the hazard statement H410, referring to its harmfulness to the aquatic environment, which raises concerns about the release of ZnO and its reaction products during the product life cycle. The production method, mainly through roasting zinc ore, results in its high carbon footprint.

To limit the amount of ZnO in ethylene-propylene-diene terpolymer (EPDM) compounds, work was undertaken to reduce its content so as not to cause a deterioration of the functional properties of the vulcanizates, such as crosslinking density and permanent deformation. Research work involved replacing ZnO with salts: zinc gluconate and acetylacetonate, attempts to synthesize zinc complexes with other acids, e.g., citric acid and maleic anhydride, and replacing ZnO with *in situ* synthesized reaction products of ZnO and stearic acid (StH).

Vulcanizates containing zinc salts showed significant porosity. Not all reactions carried out led to usable products. Increased amount of StH compared to the reference compound caused blooming of the vulcanizates' surface. However, the performed tests indicated the possibility of reducing the ZnO equivalent by up to 3 times without compromising functional properties for products synthesized with StH and other acids.

This indicates a real possibility of limiting the amount of zinc in compounds and offers a chance to reduce the carbon footprint of products and decrease the burden on the aquatic environment from ZnO during the operation of rubber products.

P29

Angelika Byczkowska¹, Dariusz M. Bieliński², Piotr Głąb³

¹ Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska Politechniki Łódzkiej ul. Żeromskiego 116, 90-543 Łódź, Hutchinson Poland Sp. z o.o. ul. Kurczaki 130,

² Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Politechnika Łódzka, ul. Stefanowskiego 16, 90-537 Łódź

³ Hutchinson Poland Sp. z o.o. ul. Kurczaki 130, 93-331 Łódź

angelika.byczkowska@hutchinson.com

Technologia styku guma-metal o niskim współczynniku tarcia, eliminująca potrzebę smarowania

Celem podjętych działań było opracowanie bezsmarowej metody redukcji oporów tarcia w układzie guma-metal, dedykowanej dla procesów precyzyjnego odcinania profili gumowych na bazie EPDM. Ze względu na ograniczenia wykluczające modyfikację składu mieszanki gumowej, prace badawcze skupiono na inżynierii powierzchni narzędzi metalowych, dążąc do wyeliminowania stosowanych do chwili obecnej lotnych środków smarnych. Na pierwszym etapie, na podstawie pomiarów sił montażowych i analizy topografii powierzchni roboczej, zidentyfikowano krytyczne strefy kontaktu. Przeprowadzone badania tribologiczne wykazały obecność niestabilnych drgań próbki gumowej, będące konsekwencją mechanizmu tarcia typu *stick-slip*. Analiza sygnałów w dziedzinie częstotliwości (FFT) pozwoliła na precyzyjne określenie widm energii rozpraszanej w próbce gumowej podczas tarcia.

W pracy podjęto próby modyfikacji powierzchni narzędzia przez zastosowanie powłok niskotarciowych (*sol-gel*, PTFE), redukujących głównie składową adhezyjną siły tarcia. Powłoki te okazały się nieskuteczne w warunkach eksploatacyjnych. Drugą grupę powłok stanowiły materiały na bazie żywicy epoksydowej, zawierające cząstki smaru stałego (MoS₂/WS₂). Wymienione powłoki nie zapewniły oczekiwanej redukcji oporów tarcia, obserwowany efekt był większy niż dla powłok działających tylko przez redukcję adhezji gumy do metalu. Znaczącą poprawę obniżenia tarcia i strat energetycznych związanych z deformacjami dynamicznymi gumy uzyskano poprzez geometryczną modyfikację powierzchni narzędzia (rowkowanie). Ograniczenie rzeczywistej powierzchni kontaktu w połączeniu z nałożeniem powłoki niskociernej przyniosło największą redukcję oporów tarcia. Wyniki te stanowią fundament pod wdrożenie technologii suchego montażu i obróbki profili EPDM w przemyśle.

P29

Angelika Byczkowska¹, Dariusz M. Bieliński², Piotr Głab³

¹ *Interdisciplinary Doctoral School of Lodz University of Technology, ul. Żeromskiego 116, 90-543 Łódź, Hutchinson Poland Sp. z o.o., ul. Kurczaki 130,*

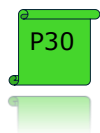
² *Institute of Polymer and Dye Technology, Lodz University of Technology, ul. Stefanowskiego 16, 90-537 Łódź*

³ *Hutchinson Poland Sp. z o.o. ul. Kurczaki 130, 93-331 Łódź*
angelika.byczkowska@hutchinson.com

Low friction rubber-to-metal contact technology, eliminating the need for lubrication

The aim of the undertaken actions was to develop a lubrication-free method for reducing friction resistance in a rubber-metal system, dedicated to precise cutting processes of rubber profiles based on EPDM. Due to limitations precluding modification of the rubber compound composition, research work focused on the surface engineering of metal tools, aiming to eliminate volatile lubricants used to date. In the first stage, based on measurements of assembly forces and analysis of the working surface topography, critical contact zones were identified. Conducted tribological studies showed the presence of unstable vibrations of the rubber sample, which are a consequence of the stick-slip friction mechanism. Analysis of signals in the frequency domain (FFT) allowed for precise determination of the energy spectra dissipated in the rubber sample during friction.

In this work, attempts were made to modify the tool surface by applying low-friction coatings (sol-gel, PTFE), mainly reducing the adhesive component of the friction force. These coatings proved ineffective under operating conditions. The second group of coatings consisted of materials based on epoxy resin, containing solid lubricant particles (MoS₂/WS₂). The mentioned coatings did not provide the expected reduction in friction resistance; the observed effect was greater than for coatings acting only by reducing rubber-to-metal adhesion. Significant improvement in friction reduction and energy losses associated with dynamic rubber deformations was achieved through geometric modification of the tool surface (grooving). Limiting the actual contact area combined with the application of a low-friction coating resulted in the greatest reduction in friction resistance. These results form the foundation for the implementation of technology for dry assembly and processing of EPDM profiles in industry.



Katarzyna Klajn, Dariusz Bieliński, Tomasz Gozdek

Politechnika Łódzka

katarzyna.klajn@p.lodz.pl

Wpływ klatkowych związków metaloorganicznych na sieciowanie i właściwości siarkowych wulkanizatów SBR

Właściwości użytkowe i przetwórcze gumy są determinowane przez szereg czynników związanych ze składem, zwłaszcza układem sieciującego, jak i technologią wytwarzania kompozytów. Najpowszechniej stosowaną metodą sieciowania kauczuków jest wulkanizacja siarką z użyciem przyspieszaczy i aktywatorów: tlenku cynku (ZnO) i kwasu stearynowego. Mimo wysokiej skuteczności technologicznej, ZnO może migrować do środowiska podczas przetwórstwa, eksploatacji i składowania wyrobów, stwarzając potencjalne zagrożenie dla organizmów wodnych. Jednym z perspektywicznych kierunków ograniczania tego zjawiska jest wykorzystanie klatkowych związków metaloorganicznych zawierających cynk w swojej strukturze, które mogą pełnić funkcję alternatywnych aktywatorów.

W przedstawionych badaniach przeanalizowano wpływ ilości cynku pochodzącego z: ZIF – 8 (2-metyloimidazolu cynku) oraz MOF – 5 (1,4-benzenodikarboksylanu cynku), stosowanych w konwencjonalnym i efektywnym układzie sieciującym, na parametry procesu wulkanizacji, uzyskaną sieć przestrzenną oraz właściwości mechaniczne wulkanizatów SBR, a także ich odporność na starzenie termooksydacyjne. Uzyskane wyniki umożliwiły określenie optymalnego składu zespołu aktywatorów, uwzględniającego ekwiwalent cynku pochodzącego z MOF w odniesieniu do tradycyjnego ZnO.

Zoptymalizowany układ aktywatorów zastosowano w mieszaninach napełnionych. Analiza wykazała możliwość efektywnego zastąpienia ZnO związkami metaloorganicznymi bez pogorszenia struktury sieci oraz właściwości wulkanizatów. Wpływ układu aktywatorów ZnO/MOF na przeanalizowane parametry ma złożony charakter i zależy od użytego MOF, rodzaju napełniacza, jak i zastosowanego układu sieciującego.



P30

Katarzyna Klajn, Dariusz Bieliński, Tomasz Gozdek

Lodz University of Technology

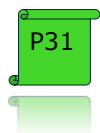
katarzyna.klajn@p.lodz.pl

Influence of metal-organic frameworks on crosslinking and properties of SBR sulfur vulcanizates

The utility and processing properties of rubber are determined by a number of factors related to the composition, especially the crosslinking system, as well as the technology of composite manufacturing. The most commonly used method for crosslinking rubbers is sulfur vulcanization with the use of accelerators and activators: zinc oxide (ZnO) and stearic acid. Despite high technological effectiveness, ZnO can migrate into the environment during processing, use, and storage of products, posing a potential threat to aquatic organisms. One of the promising directions for limiting this phenomenon is the use of metal-organic frameworks containing zinc in their structure, which can act as alternative activators.

The presented studies analyzed the impact of the amount of zinc derived from: ZIF – 8 (zinc 2-methylimidazole) and MOF – 5 (zinc 1,4-benzenedicarboxylate), used in conventional and efficient crosslinking systems, on the parameters of the vulcanization process, the resulting spatial network, and the mechanical properties of SBR vulcanizates, as well as their resistance to thermo-oxidative aging. The obtained results allowed for the determination of the optimal composition of the activator system, considering the zinc equivalent derived from MOF in relation to traditional ZnO.

The optimized activator system was used in filled compounds. The analysis showed the possibility of effectively replacing ZnO with metal-organic compounds without deteriorating the network structure and the properties of the vulcanizates. The impact of the ZnO/MOF activator system on the analyzed parameters is complex and depends on the MOF used, the type of filler, and the cross-linking system applied.



Piotr Duży

Sanok Rubber Company S.A.

piotr.duzy@sanokrubber.pl

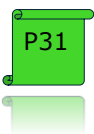
Potencjał bionapełniaczy z drewna w mieszankach gumowych

Prezentacja dotyczy zastosowania w mieszankach gumowych nowoczesnego napełniacza produkowanego z drewna z uwzględnieniem trendów ekologicznych obowiązujących w projektowaniu nowych materiałów.

Zmieniające się wymagania w obszarze komponentów gumowych, szczególnie w modyfikacji, zmierzają w kierunku projektowania nowoczesnych materiałów o niskim śladzie węglowym i emisyjności, opartych na surowcach ekologicznych. Kluczowe stają się takie cechy jak obniżona gęstość części, a z punktu widzenia kosztów ekonomiczna receptura i technologia mieszania. Głównym punktem prezentowanych prac jest wykorzystanie „UPM BioMotion™ RFF”, napełniacza z drewna bukowego produkowanego przez firmę UPM. To surowiec atrakcyjny ekologicznie ze względu na fakt, że produkowany jest z drewna, które jest w pełni odnawialne. Ponadto ze względu na biogenność i wykorzystywanie do jego produkcji zielonej energii, zawiera tzw. węgiel ujemny.

Prace polegały na zaprojektowaniu mieszanki gumowej EPDM z udziałem UPM Bio-Motion™ RFF”, przeznaczonej do wytłaczania. Cechą dodatkową jest obniżenie gęstości na wyrobie z wykorzystaniem technologii mikrosfer. Wstępem do rozwoju mieszanki była analiza wpływu dostępnych napełniaczy na poziom śladu węglowego wykonana przy wykorzystaniu kalkulatora śladu węglowego udostępnionego przez UPM.

Badania rozwojowe obejmowały wykonanie mieszanek w skali laboratoryjnej, następnie produkcyjnej oraz badania najważniejszych parametrów od reologii i wytłaczalności Garveya na mieszankach do gęstości, chłonności wody czy palności na wyrobie gotowym.

P31

Piotr Duży

Sanok Rubber Company S.A.

piotr.duzy@sanokrubber.pl

Potential of wood biofillers in rubber compounds

The presentation concerns the use of a modern wood-based filler in rubber compounds, taking into account ecological trends applicable in the design of new materials.

Changing requirements in the area of rubber components, especially in the automotive industry, are moving towards the design of modern materials with a low carbon footprint and emissions, based on ecological raw materials. Key features include reduced part density, and from a cost perspective, an economical formulation and mixing technology. The main point of the presented work is the use of "UPM BioMotion™ RFF", a beech wood filler produced by UPM. It is an ecologically attractive raw material due to the fact that it is produced from wood that is fully renewable. Furthermore, due to its biogenicity and the use of green energy for its production, it contains so-called "negative carbon".

The work involved designing an EPDM rubber compound with UPM BioMotion™ RFF, intended for extrusion. An additional feature is the reduction of density in the product using microsphere technology. The development of the compound was preceded by an analysis of the impact of available fillers on the carbon footprint level, performed using the carbon footprint calculator provided by UPM.

Development research included the production of compounds on a laboratory scale, then on a production scale, as well as testing the most important parameters, from rheology and Garvey extrudability on compounds to density, water absorption, or flammability on the finished product.

P32

Maurizio Stefano Galimberti, Rita Picerno, Vincenzina Barbera, Davide Gentile*Politecnico di Milano*

maurizio.galimberti@polimi.it

Związki pirolowe typu Janusa jako środki sprzęgające krzemionki w kompozytach elastomerowych

W 2025 roku na świecie było około 2,6 miliarda opon. Około 90 % ich udziału w śladzie węglowym wynika z eksploatacji, a główną przyczyną jest tak zwany opór toczenia. Krzemionka to najczęściej wybierany napelniaacz wzmacniający, stosowany w celu redukcji oporów toczenia. Krzemionka, mająca polarną powierzchnię z grupami silanowymi i siloksanowymi, wymaga kompatybilizacji z węglowodorową matrycą elastomerową. Osiąga się to poprzez ekranowanie jej powierzchni i tworzenie wiązań chemicznych z łańcuchami polimerowymi. Na skalę przemysłową jako środek sprzęgający wykorzystuje się silan zawierający siarkę: bis(trietoksylpropylo)tetrasulfid (TESPT). W reakcji z krzemionką, TESPT uwalnia z każdego atomu krzemu co najmniej jeden lub dwa mole etanolu, który następnie ulega spaleniowi do dwutlenku węgla.

W niniejszej pracy jako nową klasę środków sprzęgających wykorzystano cząsteczki Janusa, np. związki pirolowe (PyC). Ich polarna część, zawierająca grupy funkcyjne (np. OH), reagowała z silanolami, natomiast pierścień pirolowy wchodził w reakcję z siarką podczas wulkanizacji. Bazując na 2-(2,5-dimetylo-1*H*-pirol-1-ilo)-1,3-propanodiolu (pirol serinolu) (1), wykorzystano PyC o zróżnicowanym bilansie hydrofilowo-lipofilowym, co pozwoliło na modulowanie odległości pierścienia pirolowego od powierzchni krzemionki. Wytworzono i zbadano kompozyty elastomerowe na bazie adduktów krzemionka/PyC oraz kopolimerów poli(styren-co-butadien) w roztworze. Stwierdzono bardziej efektywne sieciowanie oraz porównywalne właściwości dynamiczno-mechaniczne i wytrzymałościowe na rozciąganie w porównaniu ze związkami opartymi na krzemionce/TESPT.

1. Locatelli, D., Bernardi, A., Rubino, L. R., Gallo, S., Vitale, A., Bongiovanni, R., Barbera V., Galimberti, M. (2023). *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 11(7), 2713-2726

P32

Maurizio Stefano Galimberti, Rita Picerno, Vincenzina Barbera, Davide Gentile*Politecnico di Milano*

maurizio.galimberti@polimi.it

Janus pyrrole compounds as coupling agents for silica in elastomer composites

In 2025, there were around 2.6 billion tyres worldwide. About 90 % of their contribution to the carbon footprint is due to their use and essentially comes from the so-called rolling resistance. Silica is the preferred reinforcing filler for reducing RR. However, as silica has a polar surface containing silanols and siloxane groups, it must be compatibilised with the hydrocarbon elastomer matrix by shielding its surface and by establishing a chemical bond with the polymer chains. The coupling agent, used also on an industrial scale, is a sulphur containing silane: bis(triethoxysilylpropyl)tetrasulfide (TESPT). By reacting with silica, TESPT releases, for every silicon atom, at least one / two moles of ethanol, which is then burnt to carbon dioxide.

In this work, *Janus* molecules such as pyrrole compounds (PyC) were used as a novel class of coupling agents: their polar moiety with functional groups such as OH reacted with silanols, while the pyrrole ring reacted with sulfur during the vulcanization reaction. Moving from 2-(2,5-dimethyl-1*H*-pyrrol-1-yl)-1,3-propanediol (serinol pyrrole) (1), PyC with different hydrophylic/liphophylic balance were used, modulating the distance of the pyrrole ring from the silica surface. Elastomer composites based on the silica/PyC adducts and solution poly(styrene-*co*-butadiene) copolymers were prepared and characterized, observing more efficient curing and comparable dynamic-mechanical and tensile properties, compared to the silica/TESPT based compounds.

1. Locatelli, D., Bernardi, A., Rubino, L. R., Gallo, S., Vitale, A., Bongiovanni, R., Barbera V., Galimberti, M. (2023). *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 11(7), 2713-2726

P33

Ashli Speed

Wydział Gumy, Amerykańskie Towarzystwo Chemiczne
ashcspeed@gmail.com

Wzmacnianie przyszłych liderów branży gumowej: oferta dla organizacji studenckich afiliowanych przy ACS Rubber Division

Przemysł elastomerowy i gumowy to ważny na całym świecie sektor, który dzięki wprowadzanym innowacjom ma fundamentalne znaczenie dla wielu dziedzin inżynierii – od motoryzacji i lotnictwa, po sprzęt medyczny i materiały ekologiczne. Podczas gdy zapotrzebowanie na zaawansowane elastomery stale rośnie, wyzwania kadrowe i luki kompetencyjne zagrażają przyszłej konkurencyjności. Zaangażowanie studentów poprzez członkostwo zawodowe jest sprawdzonym mechanizmem do wypełnienia tej luki. Przedmiotowe wystąpienie podkreśli *korzyści płynące z dołączenia do koła studenckiego Wydziału Gumy ACS, opiszcie ścieżki kariery i możliwości dostępne dla studentów i początkujących profesjonalistów oraz przedstawi dane z rynku pracy, które ilustrują zarówno potrzebę, jak i wpływ zaangażowania studentów*. Uczestnicy zyskają jasne zrozumienie sposobu, w jaki koła studenckie wspierają rozwój umiejętności technicznych, sieci zawodowe i rozwój wczesnej kariery, oraz jak sama branża jest gotowa na wzrost, lecz pilnie potrzebuje nowych talentów.

Kluczowe obszary tematyczne:

Korzyści z kół studenckich: networking, stypendia, konferencje, wycieczki, rozwój zawodowy

Możliwości kariery i ścieżki branżowe dla studentów w dziedzinie elastomerów.

Trendy w zatrudnieniu i na rynku pracy w produkcji kauczuku i pokrewnych gałęziach przemysłu, podkreślające możliwości i rosnące zapotrzebowanie na wykwalifikowanych absolwentów.

Perspektywy rynkowe wykazujące nieustanne zapotrzebowanie globalne na produkty kauczukowe.

P33

Ashli Speed

Rubber Division, American Chemical Society

ashcspeed@gmail.com

Empowering tomorrow's elastomer leaders: the value of rubber division ACS student chapters & industry opportunities

The elastomer and rubber industry is a globally significant, innovation-driven sector fundamental to countless engineered systems – from automotive and aerospace to medical devices and sustainable materials. While demand for advanced elastomers continues to grow, workforce challenges and skills gaps threaten future competitiveness. Student engagement through professional membership is a proven mechanism to bridge this gap. This talk will highlight the *benefits of joining a Rubber Division, ACS Student Chapter*, describe the *career paths and opportunities available to students and emerging professionals*, and present *workforce and market data* that demonstrates both the need for and impact of student involvement. Attendees will leave with a clear understanding of how student chapters foster technical acumen, professional networks, and early career development, and how the industry itself is poised for growth but in critical need of new talent.

Key areas covered:

Student chapter benefits: networking, scholarships, conferences, tours, professional development.

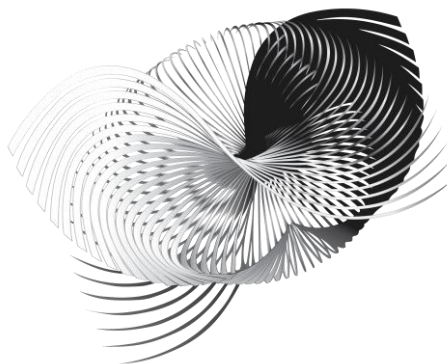
Career opportunities and industry pathways for students in elastomers.

Workforce and employment trends in rubber & related manufacturing, highlighting opportunities and growing demand for skilled graduates.

Market outlook demonstrating continued global demand for rubber products.

Streszczenia wystąpień sponsorów

Abstracts of sponsor speeches



ELASTOMERY 2026

**Petr Konecny***Werba-Chem GmbH**Lugeck 1, 1010 Vienna**petr.konecny@werba.com*

WerbaBlend TG-R: Bio-pochodny plastyfikator kauczukowy zapewniający lepszą efektywność przetwarzania i zwiększone właściwości dynamiczne

Plastyfikatory kauczukowe odgrywają kluczową rolę w procesie wytwarzania mieszanek elastomerowych, ponieważ usprawniają przetwarzalność, zwiększają elastyczność, poprawiają dyspersję napelniaczy oraz nadają matrycy odpowiednią miękkość. Decyzja o wyborze plastyfikatora ma również istotny wpływ na kluczowe właściwości końcowej mieszanki, takie jak wydłużenie przy zerwaniu, temperatura zeszklenia (T_g), twardość, odporność na ścieranie oraz zachowanie dynamiczne. Tradycyjne plastyfikatory pochodzenia naftowego, takie jak TDAE, choć powszechnie stosowane, coraz częściej napotykają na ograniczenia w zakresie skuteczności i zgodności z normami zrównoważonego rozwoju. Nadmierne obniżenie T_g często skutkuje pogorszeniem właściwości dynamicznych, co objawia się między innymi wyższym oporem toczenia w oponach.

WerbaBlend TG-R to plastyfikator kauczukowy na bazie surowców odnawialnych, opracowany w celu uzyskania klasycznego kompromisu między elastycznością w niskich temperaturach a wydajnością dynamiczną. W porównaniu z konwencjonalnymi plastyfikatorami, znacznie niższe dawki osiągają porównywalne lub lepsze efekty zmiękczenia i przetwarzania.

Testy w mieszankach kauczukowych wykazują poprawione wskaźniki wydajności. W porównaniu z formulacjami plastyfikowanymi TDAE, mieszanki zawierające WerbaBlend TG-R wykazują wyższą odporność na ścieranie i lepsze właściwości dynamiczne. Dynamiczna analiza mechaniczna (DMA) wskazuje na korzystne przesunięcie właściwości lepkosprężystych, w tym zmniejszenie $\tan \delta$ w odpowiednim zakresie temperatur, co sygnalizuje niższą histerezę i zmniejszony opór toczenia, podczas gdy inne właściwości mechaniczne pozostają stabilne lub ulegają poprawie.

WerbaBlend TG-R stanowi również przyjazną dla środowiska alternatywę dla zmiękczaczy na bazie ropy naftowej, wspierając bardziej zrównoważone formułacje kauczukowe bez kompromisów w zakresie wymagań technicznych. Połączenie zmniejszonego dozowania, zwiększonej wydajności przetwarzania, zweryfikowanych właściwości dynamicznych i odnawialnych surowców czyni WerbaBlend TG-R plastyfikatorem nowej generacji do wymagających zastosowań kauczukowych.

SL1**Petr Konecny***Werba-Chem GmbH**Lugeck 1, 1010 Vienna**petr.konecny@werba.com*

WerbaBlend TG-R: A Bio-Based Rubber Plasticizer Combining Improved Processing Efficiency with Enhanced Dynamic Performance

Rubber plasticizers are essential in elastomer compounding, improving processability, flexibility, filler dispersion, and matrix softness. Plasticizer choice also affects key compound properties including elongation at break, glass transition temperature (T_g), hardness, abrasion resistance, and dynamic behavior. Conventional petroleum-based plasticizers like TDAE are widely used but increasingly reach performance and sustainability limits. Excessive T_g reduction often causes unfavorable dynamic properties, including higher rolling resistance in tires.

WerbaBlend TG-R is a renewable-resource-based rubber plasticizer designed to overcome the classical trade-off between low-temperature flexibility and dynamic performance. Compared with conventional plasticizers, significantly lower dosages achieve comparable or superior softening and processing effects.

Trials in rubber compounds show improved performance indicators. Versus TDAE-plasticized formulations, compounds with WerbaBlend TG-R display higher abrasion resistance and better dynamic behavior. Dynamic mechanical analysis (DMA) indicates a favorable shift in viscoelastic properties, including reduced $\tan \delta$ in the relevant temperature range, signaling lower hysteresis and reduced rolling resistance, while other mechanical properties remain stable or improve.

WerbaBlend TG-R also offers an environmentally friendly alternative to petroleum-based softeners, supporting more sustainable rubber formulations without compromising technical requirements. Its combination of reduced dosage, enhanced processing efficiency, verified dynamic performance, and renewable raw materials makes WerbaBlend TG-R a next-generation plasticizer for demanding rubber applications.



Matthias Rumpf, Ludger Schader

Hans W. Barbe Chemische Erzeugnisse GmbH
Justus-von-Liebig-Straße 17, 55232 Alzey, Niemcy
matthias.rumpf@barbe.de



Firma z Grupy BARBE

Grupa Barbe opracowuje, produkuje i dystrybuje wysokiej jakości środki pomocnicze do przetwarzania przeznaczone dla światowego przemysłu polimerowego, takie jak środki antyadhezyjne do mieszanek, środki antyadhezyjne do form i inne środki rozdzielające oraz smary, pomagając klientom w ekonomicznej i niezawodnej produkcji i przetwarzaniu elastomerów i innych polimerów; niemiecka firma rodzinna oferuje wiodące w branży rozwiązania produktowe i procesowe.

Grupa BARBE posiada własne zakłady produkcyjne na trzech kontynentach – w Ameryce Północnej, w Europie i w Azji Południowo-Wschodniej.

Asortyment produktów obejmuje produkty proszkowe i płynne do mieszania związków i do półproduktów oraz kompleksową gamę środków antyadhezyjnych do form, przeznaczonych do wszystkich głównych procesów wulkanizacji. Segment opon obejmuje wewnętrzne i zewnętrzne smary do opon, a także produkty do testowania jednorodności opon i bieżnikowania. Ponadto, Grupa BARBE oferuje produkty specjalistyczne do zastosowań TPE.

Technologia dozowania BARBE obejmuje wysoce zautomatyzowane, precyzyjne i wydajne rozwiązania dla przemysłowych procesów rozcieńczania i mieszania. Technologia BARBE DCS zawiera zautomatyzowany system zaprojektowany do precyzyjnego rozcieńczania cieczy, takich jak środki antyadhezyjne i smary.

Technologia DCS BARBE oferuje wydajne i wszechstronne rozwiązanie do dozowania przemysłowego, zapewniając dokładność, wydajność, automatyzację i łatwą integrację. Stanowi to ważny krok w kierunku optymalizacji nowoczesnych procesów produkcyjnych poprzez redukcję kosztów, minimalizację interwencji manualnej i zapewnienie niezawodnie wysokiej jakości produkcji.

SL2

Matthias Rumpf, Ludger Schader

Hans W. Barbe Chemische Erzeugnisse GmbH
Justus-von-Liebig-Straße 17, 55232 Alzey, Niemcy
matthias.rumpf@barbe.de



BARBE Group Company

The Barbe Group of Companies develops, manufactures, and distributes high-quality processing aids for the polymer industry worldwide, such as anti-tacks for compounds, mould release agents and other release agents and lubricants to assist customers in manufacturing and processing elastomers and other polymers cost-effectively and reliably, the German family-owned business offers industry-leading product and process solutions.

BARBE has its own production plants on three continents – in North America, in Europe and in Southeast Asia.

The product range includes powder and liquid products for compound mixing and for intermediates and a comprehensive range of mold release agents for all major vulcanization processes. The tire segment includes inside and outside tire lubricants as well as products for tire uniformity testing and retreading. Additionally, BARBE offers products specialized for TPE applications.

BARBE's dosing technology delivers highly automated, precise, and efficient solutions for industrial dilution and mixing processes. BARBE DCS Technology provides an automated system engineered for the precise dilution of liquids such as release agents and lubricants.

Overall, BARBE's DCS Technology offers a powerful and versatile solution for industrial dosing, delivering accuracy, efficiency, automation, and easy integration. It represents an important step toward optimizing modern production processes by reducing costs, minimizing manual intervention, and ensuring reliably high-quality output.



Andrzej Kabat

Kabat Tyre Sp. z o.o.

ul. Gumowa 6, 64-840 Budzyń, Polska

marketing@kabat.pl, sprzedaz@kabat.pl,

www.kabat.pl



Kabat – guma jest naszą pasją, a rozwój naszym obowiązkiem

Jesteśmy polskim producentem opon rolniczych, dętek oraz opon pełnych do wózków widłowych. W naszej ofercie znajdują się również ochraniacze, profile gumowe, mieszanki gumowe oraz szeroko rozumiane techniczne wyroby z gumy. Firma Kabat została założona w 1983 roku przez braci Andrzeja i Tadeusza Kabat. Od samego początku pozostajemy firmą rodzinną, w której ogromną wagę przywiązujemy do jakości, rzetelności oraz ciągłego rozwoju.

Nasze produkty trafiają dziś do odbiorców w ponad **80 krajach na całym świecie** – od Europy, przez Amerykę i Azję, aż po Afrykę. Obecność na wielu rynkach międzynarodowych to efekt konsekwentnej pracy nad jakością naszych wyrobów oraz ciągłego doskonalenia procesów produkcyjnych.

Dysponujemy **własnym biurem konstrukcyjnym**, dzięki któremu możemy szybko i profesjonalnie przygotowywać formy oraz projekty nowych wyrobów. Pozwala nam to elastycznie reagować na potrzeby rynku i tworzyć produkty dopasowane do oczekiwań naszych klientów. Posiadamy także **nowoczesne laboratorium**, w którym z dużą starannością kontrolujemy jakość mieszanek gumowych. Jesteśmy znaczącym dostawcą tego półproduktu dla wielu zakładów produkcyjnych zarówno w Polsce, jak i za granicą.

Siłą naszej firmy jest **zespół wykwalifikowanych specjalistów z dziedziny technologii i jakości**. Nasi eksperci projektują i nadzorują powstawanie wyrobów, a jednocześnie służą klientom profesjonalnym doradztwem technicznym.

Rozwijamy naszą firmę wielotorowo. Z jednej strony systematycznie **zwiększamy sprzedaż**, docierając do nowych odbiorców w kraju i za granicą. Z drugiej strony stale **poszerzamy naszą ofertę produktową**, często tworząc nowe rozwiązania we współpracy z naszymi partnerami biznesowymi. Równocześnie nieustannie inwestujemy w **rozwój pracowników, nowoczesne maszyny, infrastrukturę produkcyjną oraz oprogramowanie informatyczne**.

Na każdym etapie działalności staramy się wdrażać rozwiązania, które zapewniają **najwyższą jakość usług oraz sprawną realizację procesów produkcyjnych**. Najważniejsze są dla nas potrzeby i oczekiwania naszych klientów, dlatego działamy w oparciu o **zintegrowane systemy zarządzania**:

- **ISO 9001:2015** – w zakresie produkcji i zarządzania jakością,
- **ISO 14001:2015** – w obszarze ochrony środowiska,
- **PN-N 18001:2004** – dotyczący bezpieczeństwa i higieny pracy.

Wszystkie systemy są certyfikowane przez **Bureau Veritas**.

Warto również podkreślić, że od **2003 roku posiadamy certyfikat NATO NCAGE**, który umożliwia nam udział w przetargach dla sił zbrojnych wielu krajów. Wdrożone i certyfikowane systemy zarządzania są gwarancją wysokiej jakości naszych produktów, troski o środowisko naturalne oraz bezpieczeństwa pracy.

Dzięki połączeniu wieloletniego doświadczenia, nowoczesnych technologii i rodzinnych wartości konsekwentnie rozwijamy naszą działalność, dostarczając klientom na całym świecie **sprawdzone i wysokiej jakości wyroby gumowe**.

SS1

Andrzej Kabat

Kabat Tyre Sp. z o.o.

ul. Gumowa 6, 64-840 Budzyń, Polska

marketing@kabat.pl, sprzedaz@kabat.pl,

www.kabat.pl



Kabat – Rubber is our passion, and development is our responsibility

We are a Polish manufacturer of agricultural tyres, inner tubes, and solid tyres for forklift trucks. Our product range also includes protectors, rubber profiles, rubber compounds, and a wide range of technical rubber products. Kabat was founded in 1983 by brothers Andrzej and Tadeusz Kabat. From the very beginning, we have remained a family-owned business, placing great importance on quality, reliability, and continuous development.

Today, our products are supplied to customers in more than **80 countries worldwide** – from Europe to the Americas, Asia, and Africa. Our strong international presence is the result of consistent efforts to maintain the highest quality of our products and to continuously improve our production processes.

We operate our own **design and engineering department**, which enables us to quickly and professionally develop moulds and designs for new products. This allows us to respond flexibly to market needs and create solutions tailored to our customers' expectations. We also have a **modern laboratory**, where we carefully monitor and test rubber compounds. We are an important supplier of this semi-finished product to many manufacturing plants both in Poland and abroad.

The strength of our company lies in our **team of highly qualified specialists in technology and quality management**. Our experts design and supervise the production of our products while also providing professional technical advice and support to our customers.

We develop our company on multiple levels. On the one hand, we systematically **expand our sales**, reaching new customers both domestically and internationally. On the other hand, we continuously **broaden our product portfolio**, often developing new solutions in cooperation with our business partners. At the same time, we consistently invest in **employee development, modern machinery, production facilities, and IT systems**.

At every stage of our operations, we strive to implement solutions that ensure **the highest quality of services and efficient execution of production processes**. The needs and expectations of our customers are our top priority, which is why we operate in accordance with **integrated management systems**:

- **ISO 9001:2015** – for quality management in production
- **ISO 14001:2015** – for environmental management
- **PN-N 18001:2004** – for occupational health and safety

All these systems are **certified by Bureau Veritas**.

It is also worth mentioning that since **2003 we have held the NATO NCAGE certificate**, which allows us to participate in tenders for armed forces in many countries. The implemented and certified management systems guarantee the high quality of our products, environmental protection, and safe working conditions.

By combining many years of experience, modern technologies, and strong family values, we continue to grow and provide customers around the world with **reliable, high-quality rubber products**.



Krzysztof Kustosz

Torimex Group Sp. z o.o.
95-050 Konstantynów Łódzki, ul. Innowacyjna 8,
Polska
www.torimex.pl, krzysztof.kustosz@torimex.pl

TORIMEX
GROUP

TORIMEX GROUP – dystrybucja chemii - doświadczenie i współpraca ze światem nauki i przemysłu, które budują jakość

Firma Torimex Group Sp. z o.o. powstała w Łodzi w 1994 roku.

Długoletnia działalność pozwoliła nam uzyskać i ugruntować znaczącą pozycję na rynku krajowym i zagranicznym jako dystrybutora surowców i produktów głównie dla przemysłu gumowego.

Obsługa kontrahentów w zakresie zabezpieczenia w surowce branży gumowej to historycznie najstarszy obszar naszej aktywności. W tym zakresie bardzo mocno się specjalizujemy i w tym się bardzo dobrze czujemy.

Od początku naszej działalności postawiliśmy na wiedzę chemiczną, profesjonalizm i jakość naszych kadr. Współpracujemy z klientami kompleksowo z uwagą wsłuchując się w ich potrzeby. Dotyczy to zarówno działów, które zajmują się zaopatrzeniem firm w surowce chemiczne ale również działów technologicznych, R&D oraz tych, które zajmują się bezpieczeństwem chemicznym czy kwestiami formalnymi i prawnymi.

Naszą ofertę uzupełnia szerokie portfolio sprzętu laboratoryjnego do badania wulkanizatów, kompozycji gumowych i z tworzyw sztucznych oraz polimerów. Od wielu lat współpracujemy w tym zakresie z firmą Gibitre Instruments (www.gibitre.it).

Aktualnie prowadzimy aktywną sprzedaż w całej Europie. Współpracujemy również z licznymi jednostkami naukowymi i badawczymi starając się łączyć przemysł z nauką.

Od lat zapewniamy najwyższą jakość oferowanych surowców dzięki współpracy z największymi światowymi koncernami chemicznymi. Działalność oparta na partnerskich relacjach zarówno z klientami, jak i z dostawcami stwarza warunki dla długotrwałej i owocnej współpracy.

Naszym celem jest oferowanie klientom nie tylko fachowych usług handlowych, ale również, dzięki wieloletniemu doświadczeniu i wykształconym kadrom wsparcia technologicznego oraz rozwiązań gwarantujących ciągły wzrost konkurencyjności.

Certyfikat ISO 9001:2015 oraz ISO 14001:2015 pozwalają nam sprostać najsurowszym wymogom w zakresie jakości, bezpieczeństwa i ochrony środowiska. Uczestniczymy w programie EcoVadis, aby w sposób transparentny i niezależny oceniać oraz doskonalić nasze działania w obszarze zrównoważonego rozwoju.

Potwierdzeniem naszej owocnej działalności i ciągłego dynamicznego rozwoju są liczne nagrody, które otrzymaliśmy na przestrzeni lat.

Serdecznie zapraszamy do współpracy.



Krzysztof Kustos

TORIMEX
GROUP

Torimex Group Sp. z o.o.
95-050 Konstantynów Łódzki, ul. Innowacyjna 8,
Polska
www.torimex.pl, krzysztof.kustos@torimex.pl

TORIMEX GROUP – chemical distribution – experience and collaboration with academia and industry that build the quality

Torimex Group Sp. z o.o. was established in Łódź in 1994.

Many years of successful business activity have solidified our position on both domestic and foreign markets as a distributor of raw materials and products mainly for rubber industry.

Serving our clients in supplying the raw materials for the rubber industry is historically our oldest area of activity. We specialize in this area and are highly skilled at it.

From the beginning, we have focused on chemical knowledge, professionalism, and the quality of our staff. We work comprehensively with our clients, attentively listening to their needs. This applies to departments responsible for supplying companies with chemical raw materials, as well as technology and R&D departments, and those responsible for chemical safety, formal and legal matters.

Our offering is complemented by a broad portfolio of laboratory instruments for testing vulcanizates, rubber and plastic compositions, and polymers. We have been collaborating with Gibitre Instruments (www.gibitre.it) in this area for many years.

We currently conduct active sales throughout Europe. We also collaborate with numerous scientific and research institutions, striving to connect industry with science.

For years, we have ensured the highest quality of raw materials through collaboration with the world's largest chemical companies. Our partnerships with both customers and suppliers create the conditions for long-term and fruitful collaboration.

Our goal is to offer our clients not only professional sales services but also, thanks to our extensive experience and highly trained staff, technological support and solutions that guarantee continuous improvement in competitiveness.

The ISO 9001:2015 and ISO 14001:2015 certifications enable us to meet the most stringent requirements in terms of quality, safety, and environmental protection. We participate in the EcoVadis program to transparently and independently evaluate and improve our sustainability efforts.

Our fruitful work and continued dynamic growth are confirmed by the numerous awards we have received over the years.

We cordially invite you to collaborate with us.



Robert Kobel-Bryk

Schill+Seilacher "Struktol" GmbH
Moorfleeter Strasse 28, 22113 Hamburg
RKobel-Bryk@struktol.de, www.struktol.de



SCHILL + SEILACHER – ekspert w zakresie dodatków procesowych do gumy

Firma Schill + Seilacher jest liderem technologicznym w zakresie opracowywania i produkowania specjalistycznych, nowoczesnych dodatków procesowych dla branży gumowej.

Historia sukcesu firmy rozpoczęła się w 1877 roku, kiedy pan Christoph Seilacher i pan Karl Schill założyli swoją fabrykę chemiczną i rozpoczęli produkcję specjalistycznych produktów dla przemysłu skórzanego. Dziś firmy, które założyli ponad 140 lat temu, są obecne na wszystkich pięciu kontynentach dzięki swoim produktom chemicznym o wysokiej wydajności i specjalistycznym.

Aby sprostać stale rosnącemu zapotrzebowaniu eksportowemu, w 1925 roku firma założyła w Hamburgu dodatkowy zakład produkcyjny specjalistycznych chemikaliów. Jednocześnie, dzięki innowacyjnym działaniom badawczo-rozwojowym, poszerzono gamę produktów. Początkowo wymagania rynku zaspokajały specjalistyczne środki chemiczne do przetwórstwa tekstyliów, a wkrótce pojawiły się dodatki do przetwórstwa gumy.

Dziś w zakładzie w Hamburgu opracowywane i produkowane są specjalistyczne chemikalia dla przemysłu gumowego, takie jak: lubrykanty, homogenizatory, dyspergatory, plastyfikatory, peptyzatory, środki zwiększające i zmniejszające adhezję, aktywatory wulkanizacji i podobne produkty. Oferta firmy obejmuje również surowce antyadhezyjne, pomocnicze dla przetwórców z branży gumowej a także wiele produktów dla przetwórców lateksów: stabilizatory, dyspergatory, środki zapobiegające pienieniu, zwiększające i zmniejszające adhezję, zagęszczacze i inne.

Firma jest nastawiona na stały rozwój. Będąc w stałym kontakcie z przemysłem i z ośrodkami naukowymi wsluchuje się w potrzeby i nowe idee starając się stale dostosowywać swoją ofertę do tych potrzeb.

Obecnie firma Schill + Seilacher odnosi sukcesy na całym świecie, dysponując sześcioma niezależnymi zakładami produkcyjnymi, zatrudniającymi około 1000 pracowników.

Firma jest zdeterminowana, aby nadal koncentrować się na solidnym wzroście dzięki tradycyjnym wartościom, inwestycjom zorientowanym na cele oraz wysokiemu poziomowi działalności badawczo-rozwojowej.

Zapraszamy do współpracy!



Robert Kobel-Bryk

Schill+Seilacher "Struktol" GmbH
Moorfleeter Strasse 28, 22113 Hamburg
RKobel-Bryk@struktol.de, www.struktol.de



SCHILL + SEILACHER – Expert in rubber process additives

Schill + Seilacher is a leader in the development and production of specialized and innovative process additives for the rubber industry.

The company's success story began in 1877, when Mr. Christoph Seilacher and Mr. Karl Schill founded their chemical plant and started the production of specialized chemicals for the leather industry. Today, the companies, established over 140 years ago, have a presence on all five continents, producing high-performance and specialized chemical products.

To meet export needs, the company established an additional production facility for specialty chemicals in Hamburg in 1925. Thanks to innovative research and development, their portfolio have been expanded. Initially, market requirements were met by specialized chemicals for textile processing, and soon additives for rubber processing appeared.

Currently, the Hamburg facility develops and produces specialty chemicals for the rubber industry including: lubricants, homogenizers, dispersants, plasticizers, peptizers, adhesion promoters, tackifiers and others. The product range also includes release agents – to be used externally and a wide range of products for latex processors: stabilizers, dispersants, anti-foam products, anti-tack agents, tackifiers, thickeners and others.

The company is committed to continued growth. It will engage with industry and research centers, listening to applications and new ideas, and seeking to adapt its offerings to these needs.

Schill + Seilacher is currently a globally successful company with six independent production plants and approximately 1,000 employees.

The company is committed to maintaining its focus on solid growth, leveraging its traditional values, integrated investment in its goals, and high levels of research and development.

We invite you to cooperate!



Mauro Belloni

Gibitre Instruments

Via dell'industria, 73; 24126 Bergamo - Italy

Mauro.belloni@gibitre.it, www.gibitre.it



GIBITRE INSTRUMENTS – rozwój, produkcja i kalibracja przyrządów do badania gumy i tworzyw sztucznych

Gibitre Instruments to włoska firma założona w 1979 roku, produkująca przyrządy do pomiaru właściwości fizycznych i mechanicznych gumy, elastomerów, tworzyw sztucznych i podobnych materiałów. Firma dba o pełny cykl produkcyjny swoich produktów, w tym projektowanie, produkcję, marketing, instalację, kalibrację i serwis. Firma z dumą oferuje wysokiej jakości przyrządy i usługi, dobierając zaawansowane komponenty i technologie oraz uwzględniając zdobytą wiedzę i opinie klientów.

Firma zajmuje się całym cyklem produkcyjnym, obejmującym: projektowanie, tworzenie oprogramowania, obróbkę mechaniczną komponentów, montaż, testowanie i kalibrację początkową, instalację oraz okresową konserwację i kalibrację.

Warsztat mechaniczny Gibitre wyposażony jest w nowoczesne centra obróbcze, które służą do produkcji większości komponentów mechanicznych wykorzystywanych w produkcji przyrządów.

Jakość wewnętrznych komponentów produkcyjnych i zakupowych podlega ścisłej kontroli, zapewniającej identyfikowalność tych komponentów i wykonywanych pomiarów.

Dysponujemy automatycznymi magazynami rotacyjnymi, które umożliwiają efektywne przechowywanie wszystkich komponentów niezbędnych do produkcji i pomagają w zakupach.

Szkolenia z obsługi produkowanych urządzeń są prowadzone praktycznie nieprzerwanie w siedzibie Gibitre. Wszystkie szkolenia są bezpłatne. Pomieszczenie demonstracyjne jest wyposażone w pełną gamę produkowanych urządzeń oraz połączenie multimedialne do demonstracji zdalnych. Pomieszczenie jest przeznaczone do przeprowadzania testów demonstracyjnych na produktach klientów. Testy mogą być przeprowadzane zgodnie z normami międzynarodowymi lub według indywidualnych potrzeb. Możliwe jest: – Umówienie wizyty w naszej siedzibie w celu przeprowadzenia bezpośrednich testów Państwa produktów – Zaplanowanie sesji testowej za pośrednictwem połączenia zdalnego, aby zobaczyć, jak urządzenie przeprowadza testy na Państwa próbkach.

Gibitre Instruments to laboratorium kalibracyjne ACCREDIA (LAT 00455) zgodne z normą ISO 17025, które świadczy usługi kalibracji dla:

- Twardościomierzy Shore'a i IRHD
- Urządzeń do badania wytrzymałości na rozciąganie (siła, wydłużenie i prędkość).

Zapraszamy do współpracy!



Mauro Belloni

Gibitre Instruments

Via dell'industria, 73; 24126 Bergamo - Italy

Mauro.belloni@gibitre.it, www.gibitre.it



GIBITRE INSTRUMENTS – development, production and calibration of instruments for rubber and plastic testing

Gibitre Instruments is an Italian company founded in 1979 that produces instruments for measuring the physical & mechanical properties of rubber, elastomers, plastics and similar products. The company takes care of the complete production cycle of its products including design, production, marketing, installation, maintenance. The company proudly offer high quality instruments and services by selecting advanced components and technologies and incorporating acquired know-how and customer feedback into its products.

The company deals with the entire production cycle like: mechanical design, software development, mechanical machining of components, assembly, testing and calibration, installation, periodical maintenance and calibration.

The mechanical workshop of Gibitre is equipped with modern work centers that are used to produce most of the mechanical components used for instruments production.

The quality of the internal production and purchase components is subjected to strict controls maintaining the traceability and traceability of the measurements made.

We have the automatic rotating warehouses that make it possible to store all the components of internal production and purchase efficiently.

Training activities related to the use of the tools produced are carried out practically continuously at the Gibitre site. All training activities at Gibitre are made free of charge. The Demonstration Room is equipped with the full range of instruments in production and a multimedia connection for remote demonstrations. The room is intended for carrying out demonstration tests on customers' products. Tests can be carried out in accordance with international standards or according to specific needs. It is possible to: – Arrange a visit to our premises to carry out direct tests on your products – Schedule a test session via remote connection to see the instrument performing tests on your samples.

Gibitre Instruments is ACCREDIA Calibration Laboratory (LAT 00455) in accordance with ISO 17025 and provides calibration services for:

- Shore and IRHD hardness testers
- Tensile Testers (force, elongation and speed).

We invite you to cooperate!



Josef Ludwig

Ludwig Nano Präzision GmbH
Prieche 7, 37154 Northeim, Deutschland
Info@lnp-systems.com



Precyzyjne badania materiałowe, zapewnienie jakości i analiza uszkodzeń dla polimerów i elastomerów

Ludwig Nano Präzision GmbH (LNP®) została założona w 2006 roku i jest dostawcą rozwiązań w zakresie badań materiałowych, zapewnienia jakości delikatnych komponentów oraz analizy uszkodzeń polimerów, elastomerów i odpowiednich powłok. Firma oferuje wysoce precyzyjne systemy pomiarowe oraz praktyczne rozwiązania badawcze, które zostały opracowane specjalnie do wymagających zastosowań w rozwoju produktów, laboratoriach oraz przemysłowym zapewnieniu jakości.

Szczególny nacisk położony jest na lokalnie rozdzielczą mikroindentację z rozdzielczością drogi w zakresie nanometrów, a także na w pełni zautomatyzowane mapowanie rzeczywistych wyrobów końcowych. Dzięki temu nawet najmniejsze różnice właściwości materiałowych mogą być precyzyjnie rejestrowane i oceniane, na przykład w przypadku elastomerowych warstw ochronnych o grubości około 30 µm, O-ringów, promieniowych uszczelnaczy wału oraz elementów tłumiących drgania. Również promieniowe uszczelniacze wału mogą być badane w sposób w pełni automatyczny. Oprócz charakterystyki materiału otwiera to dodatkowe możliwości ukierunkowanej analizy uszkodzeń oraz oceny lokalnych zmian w elemencie.

Zakres usług obejmuje pomiary mikroindentacyjne oraz siła-droga w zakresie od 0,6 mN do 1,4 N przy głębokości wgłębiania lub drodze przesuwu od 10 nm do 5 mm. Ponadto LNP® oferuje metody badania twardości IRHD i Shore z wykorzystaniem uniwersalnych testerów, z rozdzielczością siły 1 mN, maksymalną siłą około 9 N, rozdzielczością drogi 50 nm oraz zakresem przesuwu do około 250 mm.

Kolejnym obszarem specjalizacji jest zautomatyzowane mapowanie z wykorzystaniem stołu krzyżowego 80 mm × 80 mm o rozdzielczości przesuwu 100 nm. W ten sposób można tworzyć mapy parametrów i wizualizacje typu mapping, umożliwiające szczegółową analizę lokalnych właściwości materiałowych. Stanowi to podstawę do opracowywania powtarzalnych i praktycznych koncepcji badawczych – od prób laboratoryjnych aż po procesy badawcze możliwe do automatyzacji.

Systemy i koncepcje badawcze Ludwig Nano Präzision GmbH (LNP®) służą w szczególności do charakteryzowania i monitorowania zmian spowodowanych starzeniem, ścieraniem, obciążeniami tribologicznymi, a także oddziaływaniem mediów i temperatury. Celem jest dostarczanie wiarygodnych, powtarzalnych i technicznie miarodajnych metod badawczych, które wspierają klientów w rozwoju, optymalizacji, zapewnieniu jakości oraz analizie uszkodzeń nowoczesnych wyrobów z elastomerów i polimerów.

Ludwig Nano Präzision GmbH (LNP®) jest również obecna jako sponsor w wystawie towarzyszącej wydarzeniu i z przyjemnością zaprasza zainteresowanych uczestników do merytorycznej wymiany doświadczeń przy swoim stoisku. W centrum uwagi znajdują się praktyczne dyskusje dotyczące metod pomiarowych, koncepcji badań oraz możliwości zastosowania w zapewnieniu jakości i analizie uszkodzeń nowoczesnych elementów elastomerowych i powłok.



Josef Ludwig

Ludwig Nano Präzision GmbH
Prieche 7, 37154 Northeim, Deutschland
Info@lnp-systems.com



Precise material testing, quality assurance and failure analysis for polymers and elastomers

Ludwig Nano Präzision GmbH (LNP®) was founded in 2006 and is a provider of solutions for material testing, quality assurance of delicate components, and failure analysis of polymers, elastomers and related coatings. The company stands for highly precise measurement systems and application-oriented testing technology specifically designed for demanding tasks in development, laboratory work and industrial quality assurance.

A particular focus lies on spatially resolved microindentation with nanometer displacement resolution as well as fully automated mapping on real end products. This makes it possible to precisely detect and evaluate even the smallest differences in material properties, for example in elastomer protective layers of approximately 30 µm, O-rings, radial shaft seals and vibration decoupling elements. Radial shaft seals can also be tested fully automatically. In addition to material characterization, this opens up further possibilities for targeted failure analysis and the assessment of local changes within the component.

The range of services includes microindentation and force-displacement measurements in the range from 0.6 mN to 1.4 N, with indentation depths or travel distances from 10 nm to 5 mm. In addition, LNP® offers IRHD and Shore hardness testing using universal testers with a force resolution of 1 mN, a maximum force of approximately 9 N, a displacement resolution of 50 nm and travel ranges of up to approximately 250 mm.

Another key area is automated mapping using an 80 × 80 mm cross table with 100 nm positioning resolution. In this way, parameter maps and mapping visualizations can be generated, enabling a detailed analysis of local material properties. This creates the basis for reproducible and practical testing concepts – from laboratory investigations to automatable testing procedures.

The systems and testing concepts of Ludwig Nano Präzision GmbH (LNP®) are used in particular for the characterization and monitoring of changes caused by ageing, abrasion, tribological stress, as well as media and temperature influences. The aim is to provide reliable, reproducible and technically meaningful test methods that support customers in the development, optimization, quality assurance and failure analysis of modern elastomer and polymer products.

Ludwig Nano Präzision GmbH (LNP®) is also participating as a sponsor in the accompanying exhibition of the event and looks forward to professional discussions with interested participants at its booth. The focus is on practical exchanges regarding measurement methods, testing concepts and application possibilities in the fields of quality assurance and failure analysis of modern elastomer components and coatings.



Wojciech Kot

Sanok Rubber Company
ul. Przemyska 24, 38-500 Sanok, Poland
kontakt@sanokrubber.pl



Sanok Rubber Company S.A. – producent zaawansowanych komponentów elastomerowych

Sanok Rubber Company S.A. to polski producent z ponad 90-letnią tradycją w przemyśle elastomerowym, notowany na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie. Spółka z siedzibą w Sanoku działa globalnie poprzez zakłady i spółki zlokalizowane w Polsce, Niemczech, Francji, Finlandii, na Węgrzech, Ukrainie, Białorusi oraz w Meksyku.

Firma jest rozpoznawalnym w Europie i na świecie producentem wyrobów gumowych, gumowo-metalowych i gumowo-tworzywowych, będąc ważnym dostawcą dla takich sektorów jak kolejnictwo, przemysł maszynowy, motoryzacja, budownictwo, przemysł obronny oraz farmacja.

Oferta firmy obejmuje produkty w kilku głównych segmentach działalności:

Przemysł – elementy uszczelnień i zawieszenia taboru kolejowego, komponenty dla maszyn ciężkich, węże gumowe, produkty z tworzyw sztucznych, przepony do akumulatorów i membrany do zbiorników wody, wyroby dla AGD, elementy gumowe i tworzywowe dla przemysłu obronnego, elektrowni wiatrowych oraz wozów specjalistycznych;

Motoryzacja – uszczelnienia karoserii oraz systemy antywibracyjne;

Budownictwo – uszczelki stolarkowe, uszczelki samoprzylepne oraz elementy mocowania fasad;

Systemy przeniesienia napędu – pasy rolnicze, przemysłowe i ogrodowe (GARDEN) oraz elementy układów napędowych;

Farmacja – korki do zamykania leków oraz tłoczki do strzykawek i iniektorów.

Uzupełnieniem oferty jest produkcja mieszanek gumowych projektowanych zgodnie z indywidualnymi wymaganiami klientów i specyficznymi potrzebami branżowymi.

Dzięki własnym laboratoriom oraz centrum badawczo-rozwojowemu spółka rozwija innowacyjne rozwiązania materiałowe i technologiczne.

W swojej działalności Sanok Rubber Company kieruje się zasadami zrównoważonego rozwoju, prowadząc biznes w sposób transparentny i odpowiedzialny, dążąc do równowagi między rozwojem gospodarczym, ochroną środowiska i odpowiedzialnością społeczną.



Wojciech Kot

Sanok Rubber Company
ul. Przemyska 24, 38-500 Sanok, Poland
kontakt@sanokrubber.pl



Sanok Rubber Company S.A. – Manufacturer of Advanced Elastomer Components

Sanok Rubber Company S.A. is a Polish manufacturer with over 90 years of experience in the elastomer industry and is listed on the Warsaw Stock Exchange. Headquartered in Sanok, the company operates globally through production plants and subsidiaries located in Poland, Germany, France, Finland, Hungary, Ukraine, Belarus, and Mexico.

The company is a recognised manufacturer of rubber, rubber-metal and rubber-plastic products in both European and global markets. It is an important supplier to sectors such as rail transport, machinery, automotive, construction, defence and pharmaceuticals.

The company's offer includes products in several main business segments:

Industry – sealing elements and suspension components for railway rolling stock, components for heavy machinery, rubber hoses, plastic products, diaphragms for accumulators, membranes for water tanks, products for household appliances, rubber and plastic components for the defence industry as well as products for the wind power plants and specialized vehicles;

Automotive – body sealing systems and anti-vibration systems;

Construction – window and door seals, self-adhesive seals, and façade mounting components;

Power transmission systems – agricultural, industrial, and garden (GARDEN) belts as well as components for drive systems;

Pharmaceuticals – stoppers for pharmaceutical packaging and plungers for syringes and injectors.

An additional part of the company's offer is the production of rubber compounds designed according to individual customer requirements and specific industry needs.

Supported by its own laboratories and research and development center, the company develops innovative material and technological solutions.

In its operations, Sanok Rubber Company follows the principles of sustainable development, conducting its business in a transparent and responsible manner while striving to balance economic growth, environmental protection, and social responsibility.



Hakon Gundacker

Flexilis GmbH

Untere Viaduktgasse 55/7, A-1030 Vienna, Austria

office@flexilis.eu

FLEXILIS
innovative solutions

Odrodzenie europejskiej produkcji surowców dla przemysłu gumowego

W erze rosnącego zapotrzebowania regulacyjnego i globalnych zakłóceń w łańcuchach dostaw, wybór surowców do produkcji mieszanek gumowych i elastomerów stał się decyzją zarówno techniczną, jak i strategiczną.

Niniejsza prezentacja przedstawia podejście do zaopatrzenia w materiały oparte na kategoriach, które dostosowuje role materiałów funkcjonalnych do wymagań dotyczących wydajności mieszanek, wspierane przez ustrukturyzowaną europejską sieć produkcji i dostaw. Portfolio obejmuje krzemiany funkcjonalne, środki wspomagające przetwarzanie, żywice homogenizujące i plastyfikatory, zaprojektowane w celu zapewnienia stabilnego procesu mieszania, spójnej dyspersji i niezawodnej wydajności mieszanek w różnych zastosowaniach przemysłowych.

Prezentacja przedstawia również zintegrowaną europejską strukturę produkcji i dostaw, obejmującą pozyskiwanie minerałów, dodatki syntetyczne oraz kontrolowaną produkcję kluczowych komponentów przetwórczych. Łącząc produkcję regionalną, obiegowe nakłady na procesy i pełne dostosowanie przepisów do REACH i dyrektyw UE, model ten wspiera długoterminową stabilność dostaw i zmniejsza ryzyko geopolityczne dla producentów gumy i elastomerów.



Hakon Gundacker

Flexilis GmbH

Untere Viaduktgasse 55/7, A-1030 Vienna, Austria

office@flexilis.eu



The revival of European raw-material production for the rubber industry

In an era defined by increasing regulatory requirements and global supply chain disruptions, raw material selection in rubber and elastomer compounding has become both a technical and strategic decision.

This presentation introduces a category-driven approach to material supply that aligns functional material roles with compound performance requirements, supported by a structured European production and supply network. The portfolio spans functional silicates, processing aids, homogenizing resins and plasticizers designed to support stable mixing behaviour, consistent dispersion and reliable compound performance across industrial applications.

The presentation also outlines an integrated European production and supply structure covering mineral sourcing, synthetic additives and controlled manufacturing of key processing components. By combining regional production, circular process inputs and full regulatory alignment with REACH and EU directives, this model supports long-term supply stability and reduced geopolitical exposure for rubber and elastomer manufacturers.



Marzena Jurczak

Geyer & Hosaja Sp. z o.o.

Partynia 12, 39-310 Radomyśl Wielki, Polska

gh_partynia@geyer-hosaja.com.pl



Sprawdzony partner w rozwiązaniach gumowych

Geyer & Hosaja Sp. z o.o. od ponad 35 lat dostarcza rozwiązania, które napędzają kluczowe gałęzie przemysłu gumowego w Europie i na świecie. Firma łączy zaawansowaną technologię, szerokie kompetencje materiałowe oraz elastyczne procesy produkcyjne, tworząc produkty dopasowane do najbardziej wymagających aplikacji.

Cztery wyspecjalizowane zakłady, nowoczesne centrum R&D oraz wysoko wykwalifikowany zespół, umożliwiają rozwój mieszanek dla motoryzacji, bezpieczeństwa ruchu drogowego, rolnictwa, kolejnictwa, branży fitness, budownictwa, przemysłu oponiarskiego i wielu innych sektorów. Nasze wyroby oparte są na szerokiej gamie elastomerów – od klasycznych po wysoko zaawansowane. Grupy produktowe firmy są odpowiedzią na rosnące wymagania klientów i są nieustannie udoskonalane, aby utrzymać najwyższe standardy w dynamicznie rozwijającym się rynku:



Idealnie dopasowane dywaniki, tworzone w oparciu o bogate doświadczenie potwierdzone współpracą z globalnymi markami branży motoryzacyjnej.



Najwyższej klasy mieszanki wykonywane na podstawie receptur opracowanych przez wysoce zaawansowane laboratorium badawczo-rozwojowe



Wieloletnia produkcja opon i materiałów do bieżnikowania oraz mieszanek gumowych dla przemysłu oponiarskiego.



Wysokiej jakości maty, dające nieskończone możliwości aranżacji nawierzchni w siłowniach i klubach sportowych.



Technologia imitująca naturalne podłoże oraz podwyższająca komfort odpoczynku zwierząt. Doskonały podkład izolujący obniżający koszty, a zwiększający efektywność hodowli.



Szeroka oferta innowacyjnych produktów mających za zadanie poprawę bezpieczeństwa na naszych drogach



Najwyższej jakości granulaty stosowany jako główny komponent gotowych nawierzchni sportowych i rekreacyjnych.



Najwyższa jakość potwierdzona przez kontakty „na wyłączność” z globalnymi markami branży.

Jesteśmy otwarci na współpracę i budowanie długofalowego partnerstwa. Oferujemy kompleksowe wsparcie w zakresie projektowania mieszanek gumowych – od koncepcji po wdrożenie. Możemy opracować i wyprodukować mieszanki zgodnie ze specyfikacją klienta, obowiązującymi normami lub na bazie dostarczonej próbki referencyjnej (*reverse engineering*).

Dzięki bardzo dobrze wyposażonemu laboratorium dysponujemy szerokimi możliwościami badawczo-rozwojowymi oraz kontrolnymi. Pracując dla wielu branż, zgromadziliśmy bogatą bibliotekę norm, danych materiałowych oraz doświadczeń aplikacyjnych. Pozwala nam to skutecznie wykorzystywać podejście „lessons learned” i szybko wdrażać nowe rozwiązania, minimalizując ryzyko oraz czas rozwoju produktu.

Dzięki synergii innowacji, doświadczeniu i partnerskiemu podejściu, Geyer & Hosaja pozostaje firmą, która nie tylko dostarcza mieszanki gumowe, lecz współtworzy rozwiązania dla przemysłu przyszłości.

SS8

Marzena Jurczak**GEYER & HOSAJA**
rubber innovations

Geyer & Hosaja Sp. z o.o.

Partynia 12, 39-310 Radomyśl Wielki, Polska

gh_partynia@geyer-hosaja.com.pl

A trusted partner in rubber engineering solutions

Geyer & Hosaja Sp. z o.o. has been delivering solutions that drive key sectors of the rubber industry in Europe and worldwide for over 35 years. The company combines advanced technology, extensive material expertise, and flexible production processes to create products tailored to the most demanding applications.

With four specialized plants, a modern R&D center, and a highly qualified team, we develop compounds for the automotive industry, road safety, agriculture, rail transport, fitness, construction, the tire industry, and many other sectors. Our products are based on a broad range of elastomers—from standard to highly advanced. The company's product groups respond to rising customer expectations and are continually developed to maintain the highest standards in a rapidly evolving market:



Perfectly fitting car mats, created on the basis of extensive experience confirmed by cooperation with global automotive brands.



Top-quality compounds made from formulas developed by a highly advanced research and development.



Long-standing production of tyres and retreading materials and rubber compounds for the tyre industry.



Exceptional quality mats, offering endless possibilities for surface design in gyms and sports club.



Technology that imitates the natural ground and increases the comfort of resting animals. Excellent insulating underlay to reduce costs and increase rearing efficiency.



A wide range of innovative products to improve safety on our roads.



Top-quality granules for use as the main component of ready-to-use sport and leisure surfaces.



Top quality confirmed by 'exclusive' contracts with global industry brands.

We are open to collaboration and long-term partnership. We offer comprehensive support in rubber compound development – from concept to implementation. We can formulate and manufacture compounds according to customer specifications, applicable standards, or based on a provided reference sample (reverse engineering).

With a well-equipped laboratory, we offer extensive research, development, and quality-control capabilities. Serving multiple industries, we have built a rich library of standards, material data, and application experience. This enables us to apply a strong "lessons learned" approach and quickly implement new solutions while minimizing risk and development time.

Thanks to the synergy of innovation, experience, and a partnership-driven mindset, Geyer & Hosaja remains a company that not only delivers rubber compounds but also co-creates solutions for the industry of the future.



Werba Chem develops and supplies advanced additive solutions for rubber applications.

We connect scientific know-how with industrial expertise supporting customers from idea to finished product

- ✓ **PROMOL® Antitack Solutions**
- ✓ **Multifunctional resins**
- ✓ **Anti-ozonant waxes**
- ✓ **Processing aids**
- ✓ **Mineral fillers**
- ✓ **Plasticizers**
- ✓ **Peptizers**
- ✓ **Activators**
- ✓ **Sulphur**

Scan to join
our professional
community
on LinkedIn.



POLYMER PRODUCTION

- » AUXILIARY CHEMICALS POLYMERISATION

COMPOUNDING & PROCESSING

- » COMPOUND ANTI-TACKS
- » SEPARATING AGENTS FOR EXTRUSION
- » MOULD RELEASE AGENTS

FUNCTIONAL POST-CURE TREATMENT

- » MOUNTING AIDS

SPECIALTIES FOR THE TIRE INDUSTRY:

- » TIRE INSIDE RELEASE
- » TIRE OUTSIDE RELEASE
- » MOUNTING AIDS FOR TIRE TESTING EQUIPMENT

HANS W. BARBE CHEMISCHE ERZEUGNISSE GMBH
Alte Schmelze 2 · 65201 Wiesbaden · Germany
www.barbe.group · sales@barbe.de



OPONY PEŁNE

OPONY

DĘTKI

OCHRANIACZE

MIESZANKI

- WTRYSKARKI
- AUTOMOTIVE
- IZOLACJE TERMICZNE
- AKUSTYCZNE
- WSZECHESTRONNE
- ZASTOSOWANIE I WŁAŚCIWOŚCI
- WSPARCIE RAD
- WSPARCIE TECHNICZNE
- ATĘSTY

FILTROWANIE MIESZANEK

- WSPARCIE OBIEGU ZAPKNIĘTEGO
- RECYCLING

KABAT

KOMPLEKSOWE PODEJŚCIE DO PRZEMYSŁU

OPONY BIEŻNIKOWANE

PROFILE

- C-RING
- USZCZELNIKI
- WENTYLACJA
- GWIENNICTWO
- INSTALACJE PRZEMYSŁOWE

POŁĄCZENIA GUMA-METAL

WYROBY FORMOWE

- MATY
- DYWANY
- WYKŁADZINY
- ŁEMIESZE

USŁUGI TECHNICZNE

- WSPARCIE MAINTENANCE
- OBRÓBKA METALU
- SPAWALNICTWO
- RENOWACJA FORM
- CNC
- AUTOMATYZACJA
- BUDOWA MASZYN

USŁUGI LABORATORYJNE

- BADAŃ GUMY, KORDÓW, SUROWCÓW
- SZEROKI ZAKRĘS BADAŃ REOLOGICZNYCH I FIZYKOMECHANICZNYCH

TORIMEX GROUP

gibitre®
INSTRUMENTS

Schill+Seilacher

struktol®

TORIMEX GROUP Sp. z o.o. wraz z partnerami:

firmą **SCHILL+SEILACHER „STRUKTOL” GmbH**

oraz **GIBITRE INSTRUMENTS S.r.l.**

to doświadczenie i współpraca ze światem nauki i przemysłu, które budują jakość

Firma **Torimex Group Sp. z o.o.** to doświadczony dystrybutor surowców i produktów głównie dla przemysłu gumowego działający od 2004r. Oferujemy bardzo szerokie portfolio surowców wraz z doradztwem technologicznym. Certyfikaty ISO 9001:2015 oraz ISO 14001:2015 określają nasze standardy działania. Uczestniczymy w programie EcoVadis tak aby działać w sposób transparentny i odpowiedzialny w obszarze zrównoważonego rozwoju. Od wielu lat współpracujemy z producentami surowców i urządzeń laboratoryjnych o ugruntowanej i sprawdzonej jakości i pozycji rynkowej.

Firma **Schill+Seilacher „STRUKTOL”** współpracując ściśle z przemysłem i nauką, dzięki wysokiemu poziomowi działalności R&D to lider technologiczny w zakresie opracowywania i produkowania specjalistycznych, nowoczesnych dodatków procesowych dla branży gumowej takich jak lubrykanty, homogenizatory, dyspergatory, plastyfikatory, środki zwiększające i zmniejszające adhezję, aktywatory wulkanizacji i wiele innych. Oferta firmy obejmuje również surowce antyadhezyjne, pomocnicze dla branży gumowej a także wiele produktów dla przetwórców lateksów.: stabilizatory, dyspergatory, środki zapobiegające pienieniu, zwiększające i zmniejszające adhezję, zagęszczacze i inne.



Gibitre Instruments to włoska firma założona w 1979 roku, produkująca przyrządy do pomiaru właściwości fizycznych i mechanicznych gumy, elastomerów, tworzyw sztucznych i podobnych materiałów. Firma zajmuje się całym cyklem produkcyjnym swoich urządzeń. Oferuje odpowiednie oprogramowanie i usługi kalibracyjne a także dodatkowo bezpłatne szkolenia, konsultacje, wykonanie testów na materiałach i wyrobach klienta u siebie w laboratorium. Oferta jest poszerzona o laboratorium kalibracyjne ACCREDIA (LAT 00455) zgodne z normą ISO 17025, które świadczy usługi kalibracji dla:

- Twardościomierzy Shore'a i IRHD
- Urządzeń do badania wytrzymałości na rozciąganie (siła, wydłużenie i prędkość)

Zapraszamy do współpracy:

www.torimex.pl

www.struktol.de

www.gibitre.it

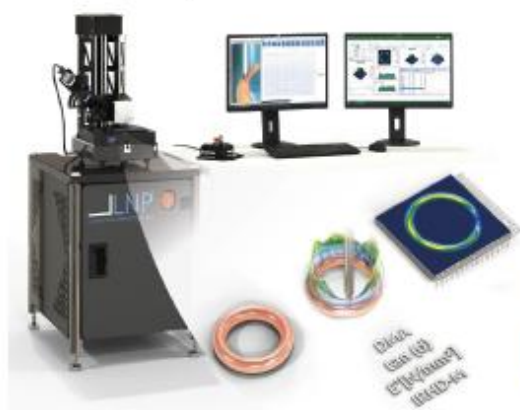


Ludwig Nano Präzision GmbH (LNP)



LNP - manufacturer of innovative measurement technology in elastomers and plastics

Whether for research and development, materials testing or your own vision.
We are your partner!



wip

DIK

Deutsches Institut für
Kautschuktechnologie e. V.

DKG

DEUTSCHE KAUTSCHUK-
GESELLSCHAFT E.V.

DIN

homepage: LNP-systems.com

E-Mail: info@LNP-systems.com

SR SANOK RUBBER

4 RUBBER
COMPOUNDS
RUBBER COMPOUND

SANOK RUBBER COMPANY S.A. TO EUROPEJSKI LIDER W PRODUKCJI
NOWOCZESNYCH WYROBÓW GUMOWYCH, GUMOWO-METALOWYCH
I KOMPOZYTOWYCH.

OD PONAD 90 LAT TWORZYMY INNOWACYJNE PRODUKTY, KTÓRE
SPEŁNIĄJĄ NAJNOWSZE NORMY TECHNOLOGICZNE I ZAPEWNIĄJĄ
NIEZAWODNOŚĆ W NAJTRUDNIEJSZYCH WARUNKACH. ŁĄCZYMY NASZE
DOŚWIADCZENIE Z ZAAWANSOWANYMI TECHNOLOGIAMI, BY OFEROWAĆ
KLIENTOM PRODUKTY NAJWYŻSZEJ JAKOŚCI.



AUTOMOTIVE



INNOWACJE I R&D



MIESZANKI GUMOWE | ELASTOMERY



INFRASTRUKTURA



PRZEMYSŁ



GÓRNICTWO



FARMACJA



OBRONNOŚĆ

The Revival of European Production

Functional Silicates – Processing Aids – Homogenizing Resins –

Plasticizers

Produced and supplied within Europe



- Improved mixing and dispersion stability
- Enhanced adhesion and barrier performance
- European production with reduced supply risk

Sponsor Session & Scientific Presentation

FLEXILIS 
innovative solutions

POLSKA PRODUKCJA. GLOBALNA JAKOŚĆ

GEYER + HOSAJA

Full Scale Production

MIESZANKI GUMOWE

Geyer & Hosaja to połączenie precyzji, doświadczenia i zaawansowanej technologii. Wytwarzane w Polsce, pod rygorystycznymi standardami jakości zapewniają niezawodność w każdej branży.

Sprawdzone partner w rozwiązaniach gumowych.

SCAN ME



GI COMPOUNDS



Łukasiewicz

Institute of Polymer Materials

WE DISCOVER THE SECRETS OF POLYMERS, ELASTOMERS, RUBBER, PAINTS, VARNISHES AND ADHESIVES



ACCREDITED LABORATORIES

Testing of materials and products carried out in laboratories accredited by the Polish Centre for Accreditation



RESEARCH AND DEVELOPMENT

Engineering of polymer materials, elastomers, rubber, paints, varnishes and adhesives. Research, process testing, production of specialised products and certifications



TECHNOLOGY AND MACHINERY

Design and manufacture of technological lines, equipment and tools for the processing and recycling of polymer materials



SPECIALIZED WORKSHOPS

Theoretical and practical workshops in the field of polymers, paints, coatings, elastomers, rubber, and adhesives

TORUŃ

PIASTÓW

GLIWICE



■ Polymer Materials Processing Centre

■ Elastomer and Rubber Centre
■ Printing Materials Center

■ Centre of Dyes and Plastics

impib.lukasiewicz.gov.pl



Werba Chem develops and supplies advanced additive solutions for rubber applications.

We connect scientific know-how with industrial expertise supporting customers from idea to finished product

- ✓ **PROMOL® Antitack Solutions**
- ✓ **Multifunctional resins**
- ✓ **Anti-ozonant waxes**
- ✓ **Processing aids**
- ✓ **Mineral fillers**
- ✓ **Plasticizers**
- ✓ **Peptizers**
- ✓ **Activators**
- ✓ **Sulphur**

Scan to join
our professional
community
on LinkedIn.



POLYMER PRODUCTION

- » AUXILIARY CHEMICALS POLYMERISATION

COMPOUNDING & PROCESSING

- » COMPOUND ANTI-TACKS
- » SEPARATING AGENTS FOR EXTRUSION
- » MOULD RELEASE AGENTS

FUNCTIONAL POST-CURE TREATMENT

- » MOUNTING AIDS

SPECIALTIES FOR THE TIRE INDUSTRY:

- » TIRE INSIDE RELEASE
- » TIRE OUTSIDE RELEASE
- » MOUNTING AIDS FOR TIRE TESTING EQUIPMENT

HANS W. BARBE CHEMISCHE ERZEUGNISSE GMBH
Alte Schmelze 2 · 65201 Wiesbaden · Germany
www.barbe.group · sales@barbe.de

