

Sylwia Krzemińska*, Władysław M. Rzymiski**

Materiały na rękawice ochronne z lateksu XNBR

Zbadano wpływ rodzaju glinokrzemianu warstwowego wprowadzonego do lateksu karboksylowanego kauczuku butadienowo-akrylonitrylowego (L-XNBR) na właściwości mechaniczne i barierowe materiałów otrzymanych w postaci błon lateksowych. Do badań użyto bentonitu modyfikowanego IV-rzędowymi solami amoniowymi (Nanobentu ZR-1 lub Bentonitu Specjal S-90). Lateks XNBR usieciowano konwencjonalnie siarką (1,5 cz. mas.). Badane właściwości uzyskanych nanokompozytów to: odporność błon na przekłucie, przecięcie, ścieranie i rozdzieranie oraz właściwości barierowe wobec olejów mineralnych.

Dodatek nanonapełniaczy w ilości 10 cz. mas. do lateksu XNBR nie zmienił znacząco właściwości barierowych i mechanicznych usieciowanych błon. Odporność na działanie oleju mineralnego była jednakowa, niezależnie od rodzaju napełniacza. Pod względem parametrów mechanicznych korzystniejsze okazało się stosowanie bentonitu Specjal S-90, ponieważ wytworzony nanokompozyt spełniał wymagania odporności na ścieranie, przecięcie i przekłucie, stawiane wielofunkcyjnym rękawicom ochronnym.

Słowa kluczowe: lateks XNBR, przenikanie oleju mineralnego, odporność na ścieranie, odporność na przecięcie, odporność na przekłucie, odporność na rozdzieranie, nanokompozyty, bentonit modyfikowany

Materials from XNBR latex for protective gloves

The effect of the layered silicate type applicated to carboxylated acrylonitrile-butadiene rubber latex (LXNBR) on mechanical and barrier properties of latex membrane materials was studied. The bentonite modified with ammonium salts (Nanobent ZR-1 or Specjal S-90) was used. XNBR latex was crosslinked conventionally with sulfur (1.5 phr). The resistance to puncture, cut, tear and abrasion and barrier properties to mineral oils was investigated.

The application of nanofillers in the amount of 10 phr to XNBR latex caused no significantly change of barrier and mechanical properties for crosslinked membranes. The resistance to mineral oils was the same, regardless of the filler type. In terms of mechanical parameters it was preferable to use bentonite Bentonit Specjal S-90, because prepared nanocomposite meets the requirements of abrasion, cut and puncture resistance for multifunctional protective gloves.

Key words: XNBR latex, permeation of mineral oil, abrasion resistance, cut resistance, puncture resistance, tear resistance, nanocomposites, modified bentonites

*Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ochron Osobistych, ul. Wierzbowa 48, 90–133 Łódź, tel. 042 6480236, e-mail: sykrz@ciop.lodz.pl

**Politechnika Łódzka, Instytut Technologii Polimerów i Barwników, ul. Stefanowskiego 12/16, 90–924 Łódź, tel. 042 631 32 07, e-mail: wladyslaw.rzymiski@p.lodz.pl

Dr inż. Sylwia Krzemińska

Adiunkt w Pracowni Odzieży Ochronnej w Zakładzie Ochron Osobistych w Łodzi, Centralnego Instytutu Ochrony Pracy – Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie. Zainteresowania naukowe dotyczą opracowywania nowych rozwiązań materiałów polimerowych charakteryzujących się właściwościami barierowymi, wytrzymałością mechaniczną oraz określonymi właściwościami użytkowymi wpływającymi na komfort użytkowania wykonanych z nich środków ochrony.



1. Wprowadzenie

Skóra rąk i tułowia pracowników wielu branż ma bardzo często bezpośredni kontakt z wieloma źródłami zagrożeń chemicznych, w tym olejów mineralnych i smarów, co może powodować jej poparzenia i podrażnienia [1, 2]. Zapobieganie uszkodzeniom ciała, wypadkom przy pracy oraz chorobom zawodowym, spowodowanym obecnością różnorodnych czynników niebezpiecznych i szkodliwych, wymaga stosowania przez pracowników środków ochrony indywidualnej, w tym najpowszechniej stosowanej odzieży ochronnej i rękawic. Wyroby ochronne powinny charakteryzować się odpowiednimi właściwościami, aby mogły skutecznie spełniać swoje funkcje. Informacje o poziomach ochrony tych materiałów są opracowywane na podstawie badań laboratoryjnych, zarówno w zakresie parametrów mechanicznych, jak i chemicznych.

Oprócz wymienionych parametrów bardzo ważne są także właściwości ergonomiczne, uwzględniające prawidłowy dobór wyrobu do warunków pracy. Materiały rękawic muszą zatem cechować się odpowiednimi właściwościami barierowymi wobec olejów mineralnych oraz odpornością na ścieranie, przekłucie, rozdzieranie i przecięcie. Dlatego tak ważne są prace nad uzyskaniem poprawy właściwości tych materiałów, przy jednoczesnym zachowaniu komfortu ich użytkowania.

Wpływ olejów mineralnych na właściwości ochronne rękawic badano w *Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail* (IRSST) [3]. Stwierdzono między innymi, że 1- lub 8-godzinny kontakt oleju z materiałem barierowym wykonanym z kauczuku chloroprenowego (CR) spowodował obniżenie odporności na przecięcie o ok. 40% i na przekłucie o ok. 60% w porównaniu z nowymi wyrobami. Wyroby z kauczuku butadienowo-akrylonitrylowego (NBR) wykazywały większą odporność na działanie olejów mineralnych niż sporządzone z CR bądź z kauczuku naturalnego (NR) [4, 5]. Jednakże z wyrobów elastomerowych, w tym z również z NBR, często ulegają wymywaniu składniki małącząsteczkowe, co prowadzi do zmniejszenia masy badanych próbek.

W przypadku wyrobów z CR lub z NBR nawet niewielki stopień spęcznienia powoduje znaczne pogorszenie właściwości mechanicznych [6]. Jedną z metod poprawy właściwości jest stosowanie napełniaczy wzmacniających. W niektórych przypadkach stwierdzono korzystny wpływ dodatku do mieszanek elastomerowych glinokrzemianów warstwowych [1, 2].

Materiałom przeznaczonym na wyroby ochronne stawia się wysokie wymagania. Prowadzone w tym obszarze prace są ukierunkowane na poprawę właściwości materiałów i idącego w ślad za tym podwyższania klas charakteryzujących parametry ochronne i użytkowe, przy jednoczesnym uwzględnieniu komfortu użytkowania.

Przedmiotem naszych badań jest poszukiwanie nowych materiałów do wytwarzania rękawic chroniących przed olejami mineralnymi i zagrożeniami mechanicznymi.

2. Cel pracy

Celem pracy było określenie wpływu modyfikowanych bentonitów na właściwości mechaniczne i barierowe wobec oleju mineralnego błon wytwarzanych z lateksu karboksylowanego kauczuku butadienowo-akrylonitrylowego (L-XNBR).

3. Część doświadczalna

3.1. Materiały do badań

Mieszanki lateksowe (Tab. 1) zastosowane do wytworzenia próbek błon zawierały lateks karboksylowanego kauczuku butadienowo-akrylonitrylowego (produkt XVT-LA, firmy Synthomer, Niemcy, o następującej charakterystyce: zawartość cząstek stałych 45%, lepkość 45 mPa·s, napięcie powierzchniowe 33 mN/m), siarkę i przyspieszacz oraz 0 lub 10 cz. mas. jednego ze zmodyfikowanych bentonitów, tj.:

- Nanobent ZR-1 – bentonit modyfikowany IV-rzędową solą amoniową ($R_1R_2R_3R_4N^+Cl^-$), gdzie R_1 – grupa benzylova, R_2 i R_3 – grupa metylowa, R_4 – grupa alifatyczna C_8-C_{12} ; produkt ZGM „Zębiec” SA, wytwarzany według technologii [7, 8]. Odległość między płytkami glinokrzemianu zwiększyła się z 12,6 Å przed modyfikacją do około 29,6 Å po modyfikacji. Do modyfikacji zastosowano roztwór soli w ilości 2–200 mmoli na 100 g glinokrzemianów;
- Bentonit Specjal S-90 – bentonit modyfikowany IV-rzędową solą amoniową ($R_1R_2R_3R_4N^+Cl^-$), gdzie R_1 i R_2 – grupy metylowe, R_3 – grupa benzylova oraz R_4 – grupa stearylova; produkt firmy Hekobentonity, Korzeniów), wytwarzany sposobem opisanym w [7, 8]. Odległość między płytkami nanonapełniacza wynosiła po modyfikacji około 21,75 Å, do modyfikacji zastosowano 50-proc. roztwór soli w alkoholu etylowym (200 ml).

3.2. Wytwarzanie mieszanek lateksowych

Mieszanki lateksowe sporządzano, łącząc kolejno z lateksem XNBR przygotowane osobno dyspersje wodne zespołu sieciującego, tlenku cynku i stabilizatora oraz napełniacza. Dyspersje przygotowywano, wykorzystując młyn kulowy o objętości 1 l wypełniony kulami ze stali nierdzewnej, kwasoodpornej, o średnicy 12 mm, przy prędkości obrotowej bębna 30 do 50 obr./min; czas dyspergowania wynosił od 16 do 72 h.

Bentonity wprowadzano do mieszanki lateksowej również w postaci wodnej dyspersji, z dodatkiem dyspergatora. Zawartość bentonitu w dyspersji wynosiła 22%. Dyspersje przygotowywano, wykorzystując wymieniony wyżej młyn kulowy, stosując prędkość obrotową bębna 50 obr./min i czas dyspergowania od 16 h.

3.3. Przygotowanie próbek do badań

Tabela 1. Skład mieszanek lateksowych XNBR użytych do wytworzenia próbek

Table 1. Formulation of XNBR latex composites used for sample preparation

Składniki/wariant	cz. mas./100 cz. mas. XNBR		
	S 1.5	S 1.5 ZR-1	S 1.5 S-90
Lateks XNBR	222,2	222,2	222,2
Siarka mielona	1,5	1,5	1,5
Tlenek cynku	8,0	8,0	8,0
Dietyloditiokarbaminian cynku	1,1	1,1	1,1
2,2-metyleno-bis[6-(1-metylocyklo-heksylo)-p-krezol]	0,6	0,6	0,6
Sól sodowa kondensatu formaldehydu i kwasu naftalenosulfonowego	0,5	0,5	0,5
Polieter alkiloaryloglikolowy	0,5	0,5	0,5
Nanobent ZR-1	–	10,0	–
Bentonit Specjal S-90	–	–	10,0

Do wykonania błon o grubości 0,52–0,58 mm zastosowano metodę jednokrotnego maczania formy w mieszanke lateksowej, a następnie koagulacji chemicznej w metanolowym roztworze $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (35% mas.) lub CaCl_2 (20% mas.), jako kąpeli koagulacyjnej. Formy stanowiły metalowe walce lub płytki ze spieku tlenku glinu.

3.4. Substancje chemiczne do badań

Olej mineralny IRM 903 (producent Brenntag) był użyty jako medium do badania odporności materiałów na działanie substancji chemicznych. Jest to mieszanina specjalnie obrabianych olejów z frakcji naftenowych ropy naftowej, stanowiąca reprezentatywne odniesienie dla olejów mineralnych o małej zawartości dodatków. Wybór tego oleju wynika ze wskazań przedmiotowej normy PN-EN 374-3:2005 dotyczącej badań rękawic ochronnych.

3.5. Sposób przeprowadzania badań

Właściwości barierowe, tj. odporność materiału na przenikanie oleju mineralnego, oznaczano zgodnie z PN-EN 374-3:2005. Wyznaczono czas przebiccia, definiowany jako „przedział czasu od chwili kontaktu materiału z daną substancją chemiczną do momentu, w którym ilość cieczy przenikającej przez badany ma-

teriał osiąga wartość równą $1 \mu\text{g}/\text{cm}^2\text{min}$ ”. Jest on miarą odporności materiału na przenikanie zastosowanej w badaniu testowej substancji chemicznej.

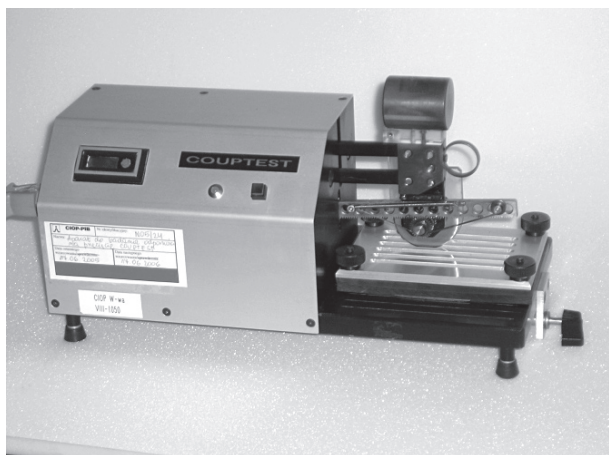
Próbkę badanego materiału mocowano między dwiema komorami celki przenikania w taki sposób, że prawa strona próbki materiału stykała się z olejem mineralnym, a powierzchnia wewnętrzna (lewa strona próbki materiału) była w bezpośrednim kontakcie z sączkami z włókna szklanego – stałego medium zbierającego. Następnie do komory od strony wlotu wlewano 10 ml oleju i rozpoczynano rejestrowanie czasu badania. Badanie prowadzono w systemie okresowym, tzn. po 10, 30, 60, 120, 240 i 480 min od rozpoczęcia pobierano sączone do analizy. Przedziały były dobrane zgodnie z klasyfikacją poziomów ochronnych wg PN-EN 374-1:2005, definiujących wymagania dla rękawic chroniących przed substancjami chemicznymi.

Analizę ilościową prowadzono techniką chromatografii gazowej, stosując chromatograf gazowy typu Trace GC, wyposażony w detektor płomieniowo-jonizacyjny (FID) i kolumnę kapilarną Rtx-5 o długości 30 m i średnicy wewnętrznej 0,25 mm (producent Restek).

Właściwości mechaniczne materiałów: odporność na rozdzielanie, przekłucie, ścieranie oraz na przecięcie oznaczono zgodnie z PN-EN 388:2006.

Oznaczenia odporności na przekłucie i rozdzielanie wykonano za pomocą maszyny wytrzymałości-

wej typ 4465 INSTRON, przy prędkości przesuwu głowicy 100 ± 10 mm/min. Odporność na ścieranie oznaczono, stosując urządzenie typu Nu-Martindale, przy nacisku na próbkę podczas ścierania $9 \pm 0,2$ kPa. Do badań odporności na przecięcie wykorzystano aparat typ Couptest (Rys. 1). Zastosowany kąt przecięcia wynosił $30-35^\circ$.



Rys. 1. Widok urządzenia do badania odporności na przecięcie materiałów rękawic ochronnych

Fig. 1. View of the apparatus for testing the resistance to cutting of protective gloves materials

Wyniki oznaczeń poddano analizie statystycznej (test Shapiro–Wilka – sprawdzenie charakterystyki rozkładu; test Fishera–Snedecora – sprawdzenie równości wariancji) oraz wariancji ANOVA (program Excel). Przyjęto poziom istotności $p = 0,05$.

4. Wyniki badań

4.1. Wpływ nanonapełniacza na właściwości barierowe nanokompozytów

Wprowadzenie Nanobentu ZR-1 lub Bentonitu Specjal S-90 (10 cz. mas.) do lateksu XNBR usieciowanego siarką nie zmieniło właściwości barierowych błon w porównaniu z materiałem bez napełniacza (Tab. 2). Czas przebicia nanokompozytów XNBR, podobnie jak materiałów bez nanonapełniacza, był bardzo długi, tj. ponad 480 min (przyjęta metodyka badań zakładała rejestrowanie wyników w tym przedziale czasowym). Oznacza to bardzo dobre właściwości barierowe kompozytów wobec oleju i spełnienie wymagań najwyższej, tj. 6. klasy odporności na przenikanie oleju [9].

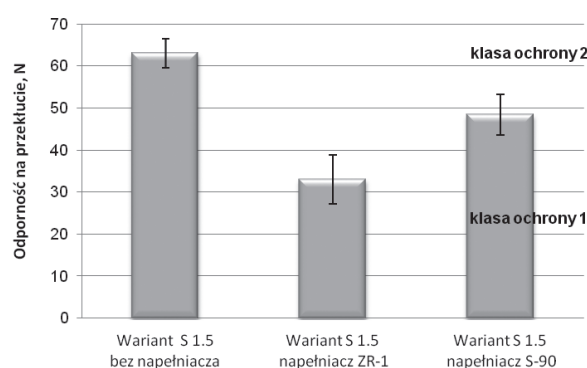
Tabela 2. Wyniki badań właściwości barierowych materiałów wytworzonych z mieszanek lateksu XNBR

Table 2. Test results of barrier properties for materials from XNBR latex composites

Wariant	Czas przenikania oleju, min	Klasa ochrony
S 1.5	>480	klasa 6
S 1.5 ZR-1	>480	klasa 6
S 1.5 S-90	>480	klasa 6

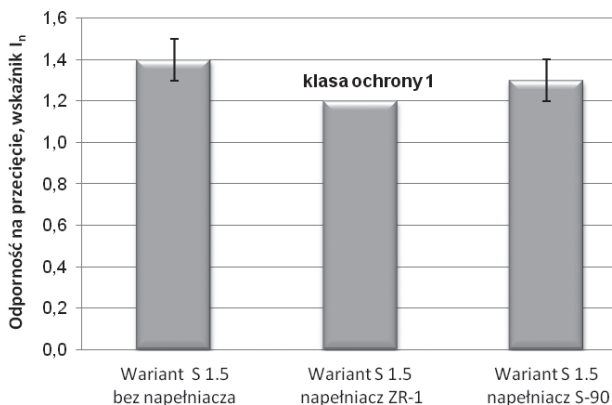
4.2. Wpływ nanonapełniacza na właściwości mechaniczne kompozytów

Stwierdzono, że rodzaj nanonapełniacza (Nanobent ZR-1 lub Bentonit Specjal S-90) wprowadzonego do mieszanki lateksu XNBR w ilości 10 cz. mas. miał istotny statystycznie wpływ na odporność na przekłucie i przecięcie badanych kompozytów (Rys. 2 i 3). Materiał zawierający nanonapełniacz Bentonit Specjal S-90 charakteryzował się wyższą odpornością na przekłucie (48 N) niż próbka z Nanobentem ZR-1 (33 N). Pomimo tej różnicy kompozyty zawierające każdy z wymienionych nanonapełniaczy spełniały ten sam, tylko 1. poziom skuteczności (1. klasę ochrony) w odróżnieniu od próby odniesienia bez napełniacza, dla której odnotowano 2. poziom skuteczności. Natomiast odporność na przecięcie zmniejszyła się po wprowadzeniu bentonitu, szczególnie w przypadku Nanobentu ZR-1, dla którego odnotowano wartość wskaźnika przecięcia $I_n = 1,2$ i obniżenie klasy.



Rys. 2. Odporność na przekłucie usieciowanego lateksu XNBR niezawierającego napełniacza lub zawierającego 10 cz. mas. nanonapełniacza: Nanobentu ZR-1 lub Bentonitu Specjal S-90

Fig. 2. Resistance to puncture of crosslinked XNBR latex unfilled or filled 10 phr of nanofiller: Nanobent ZR-1 or Bentonit Specjal S-90

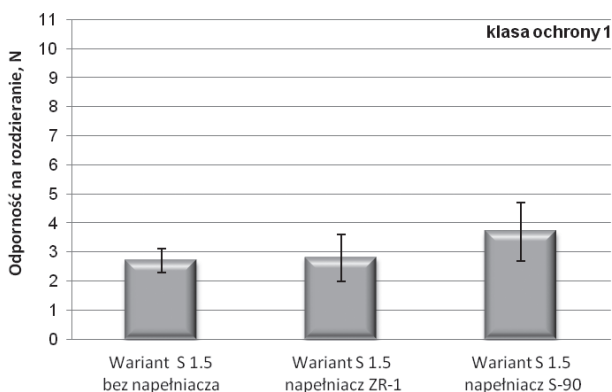


Rys. 3. Odporność na przecięcie usieciowanego lateksu XNBR niezawierającego napełniacza lub zawierającego 10 cz. mas. nanonapełniacza: Nanobentu ZR-1 lub Bentonitu Specjal S-90

Fig. 3. Resistance to cut of crosslinked XNBR latex unfilled or filled 10 phr of nanofiller: Nanobent ZR-1 or Bentonit Specjal S-90

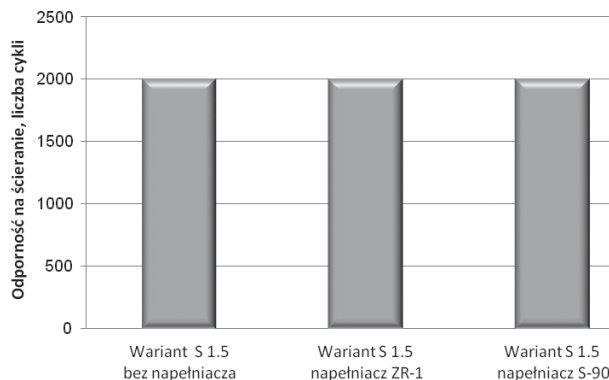
Zastosowanie nanonapełniacza glinokrzemianowe doprowadziło do zwiększenia odporności na rozdzielanie w przypadku próby XNBR z Bentonitem Specjal S-90 o około 30% (z 2,7 N do 3,7 N), ale nie jest to statystycznie istotne i nadal poniżej wymagań dla 1. klasy odporności (Rys. 4). Odporność na rozdzielanie jest jednym z bardziej drastycznych wymagań stawianym wyrobom ochronnym, w szczególności pozbawionych wzmacniającego nośnika tkaninowego.

Nie odnotowano wpływu nanonapełniacza na odporność kompozytów na ścieranie. Niezależnie od rodzaju nanonapełniacza wynosiła ona 2000 cykli (Rys. 5), spełniając wymagania dla 2. klasy.



Rys. 4. Odporność na rozdzielanie usieciowanego lateksu XNBR niezawierającego napełniacza lub zawierającego 10 cz. mas. nanonapełniacza: Nanobentu ZR-1 lub Bentonitu Specjal S-90

Fig. 4. Resistance to tear of crosslinked XNBR latex unfilled or filled 10 phr of nanofiller: Nanobent ZR-1 or Bentonit Specjal S-90



Rys. 5. Odporność na ścieranie usieciowanego lateksu XNBR niezawierającego napełniacza lub zawierającego 10 cz. mas. nanonapełniacza: Nanobentu ZR-1 lub Bentonitu Specjal S-90

Fig. 5. Resistance to abrasion of crosslinked XNBR latex unfilled or filled 10 phr of nanofiller: Nanobent ZR-1 or Bentonit Specjal S-90

5. Wnioski

Wprowadzenie nanonapełniaczy Nanobent ZR-1 lub Bentonit Specjal S-90 w ilości 10 cz. mas. do lateksu XNBR nie zmieniło znacząco właściwości barierowych i mechanicznych usieciowanych błon. Odporność na działanie oleju mineralnego była jednakowa, niezależnie od rodzaju napełniacza. Pod względem parametrów mechanicznych korzystniejsze jest stosowanie Bentonitu Specjal S-90, ponieważ taki nanokompozyt spełnia wymagania odporności na ścieranie, przecięcie i przekłucie, stawiane wielofunkcyjnym rękawicom ochronnym. Modyfikacje materiałów tymi nanonapełniaczami nie przyniosły spodziewanych rezultatów w zakresie odporności na rozdzielanie. Dopiero zmiana sposobu sieciowania polegająca na zastosowaniu od 1,5 do 8,0 cz. mas. substancji sieciującej wybranej z grupy siarka mielona lub tlenek magnezu, a także użycie od 5,0 do 10,0 cz. mas. nanonapełniacza (uwzględniono te zmiany w opisie patentowym) przyczyniło się do uzyskania nanokompozytów spełniających wymagania barierowości oraz z zakresu cech mechanicznych dla rękawic ochronnych, co jest przedmiotem patentu PL 219192 [9]. Wyniki badań były częściowo przedstawiane na konferencji „Modyfikacja Polimerów. Stan i perspektywy w roku 2015” [10].

Podziękowania

Publikacja opracowana na podstawie wyników II etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach

2011–2013 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Program koordynowany przez Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

Literatura

1. Krzemińska S. i E. Irzmańska, *Med. Pr.*, 2011, **62**, 4, 435–443.
2. Krzemińska S., *Elastomery*, 2014, **18**, 1, 16–22.
3. Dolez P.I., Gauvin Ch., Lara J. i T. Vu-khanh, *Int. J. Occup. Saf. Ergon.*, 2010, **16**, 2, 169–183.
4. Harrabi L., Dolez P., Vu-khanh T., Lara J., Tremblay G., Na-deau S. i C. Lariviere, *Safety Sci.*, 2008, **46**, 7, 1025–1036.
5. Xu W. i S.S. Que Hee, *J. Hazard Mater.*, 2007, **147**, 3, 923–929.
6. Magryta J., Dębek C. i D. Dębek, *J. App. Polymer Sci.*, 2006, **99**, 5, 2010–2015.
7. Pat. PL 178900, 2000.
8. Pat. PL 178866, 2000.
9. Pat. PL 219192, 2015.
10. Krzemińska S. i W.M. Rzymiski, „Materiały z lateksu karboksylanego kauczuku butadienowo-akrylonitrylowego do zastosowania w rękawicach ochronnych”, w *Modyfikacja Polimerów. Stan i perspektywy w roku 2015*, red., R. Steller, D. Żuchowska, GS Media, Wrocław 2015, s. 333–339.

Instytut IMPiB oferuje monografię autorstwa Urszuli Ostaszewskiej, Cezarego Dębka i Jacka Magryty opracowaną w Oddziale Elastomerów i Technologii Gumy w Piastowie pt.:

„Piroliza zużytych wyrobów gumowych źródłem węglowego surowca wtórnego”



Monografia jest skierowana do szerokiego grona odbiorców: specjalistów zajmujących się recyklingiem odpadów gumowych, przedstawicieli przemysłu gumowego, jednostek naukowo-badawczych, a także do osób mających zamiar inwestować w nowe projekty dotyczące recyklingu gumy. Może stanowić cenną pomoc dla studentów i nauczycieli akademickich kierunków technicznych.

Monografia jest poświęcona pirolizie odpadów gumowych i zużytych wyrobów gumowych, zwłaszcza opon. Skoncentrowano się w niej na praktycznym zastosowaniu produktu węglowego uzyskanego w wyniku pirolizy. Zawiera również wyniki ostatnich prac dotyczących zastosowania produktów pirolizy, głównie węgla popirolizyjnego w technologii gumy oraz sorbentów węglowych.

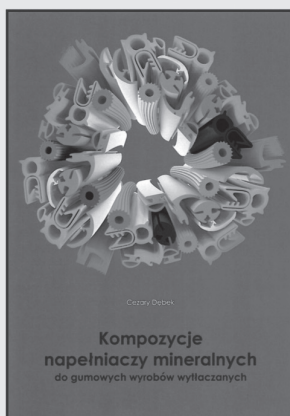
Cena jednego egzemplarza: 50 zł + VAT 5% (do ceny zostaną doliczone koszty wysyłki).

Zamówienia prosimy kierować na adres:

Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników
Oddział Elastomerów i Technologii Gumy; 05-820 Piastów, ul. Harcerska 30
e-mail: u.pawlowska@impib.pl, fax: (22) 723 71 96, tel. (22) 723 60 25 do 29 wew. 289

Instytut IMPiB oferuje monografię autorstwa Cezarego Dębka pt.:

„Kompozycje napelniaczy mineralnych do gumowych wyrobów wytłaczanych”



Monografia kierowana jest do szerokiego grona odbiorców: specjalistów zajmujących się technologią gumy, zwłaszcza projektowaniem i modyfikowaniem mieszanek kauczukowych, a także do studentów i nauczycieli akademickich kierunków technicznych związanych ze technologią elastomerów.

W pracy przedstawiono napelniacze mineralne powszechnie używane w przemyśle gumowym: krzemionkę, kaolin, talk, kredę, węgiel magnezu, siarczan baru i inne. Szczególną uwagę poświęcono minerałom będącym potencjalnymi, nowymi surowcami w technologii gumy: sepiolit, pirofilit i montmorylonit.

Na podstawie wymienionych minerałów opracowano nowe napelniacze (kompozycje napelniaczy). Zastosowanie tych napelniaczy pozwala na poprawę aspektów technologicznych otrzymywania mieszanek kauczukowych, ich reologii w połączeniu z zachowaniem bądź poprawą właściwości fizykochemicznych wulkanizatów, szczególnie otrzymywanych na drodze wytłaczania, w porównaniu z mieszanekami zawierającymi tradycyjne napelniacze, zwłaszcza krzemionkę.

Cena jednego egzemplarza 40 zł + VAT 5% (do ceny zostaną dołączone koszty wysyłki).

Zamówienia prosimy kierować na adres:

Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników
Oddział Elastomerów i Technologii Gumy; 05-820 Piastów, ul. Harcerska 30
e-mail: u.pawlowska@impib.pl, fax: (22) 723 71 96, tel. (22) 723 60 25 do 29 wew. 289