

Kompozycje białych napelniaczy zawierające sepiolit w mieszankach EPDM przeznaczonych do otrzymywania wyrobów wytłaczanych

Cezary Dębek*
Karol Niciński*
Krzysztof Potocki*

Zbadano przydatność sepiolitu jako napelniacza w mieszankach EPDM przeznaczonych na wyroby otrzymywane metodą wytłaczania. Zbadano właściwości mieszanek i wulkanizatów zawierających sepiolit oraz białe napelniacze w układach dwu-, trój- i czteroskładnikowych i porównano z właściwościami wybranej mieszanki produkcyjnej sporządzonej na bazie EPDM.

Słowa kluczowe: sepiolit, EPDM, napelniacz, wytłaczanie

White filler compositions containing sepiolite used to manufacture extrusion products

Sepiolite was investigated as a filler in EPDM compounds destined for products made by extruding. Except sepiolite some other white fillers such as talc, chalk and kaolin were mixed with ethylene-butadiene rubber. Properties of compounds and vulcanizates that contained sepiolite were next compared with properties of a productive compound filled with chalk, kaolin and silica.

Key words: sepiolite, EPDM, filler, extrusion

1. Wprowadzenie

Mieszanki na wyroby wytłaczane np. profile, uszczelki do okien itp. powinny wykazywać specyficzne właściwości. Ze względów ekonomicznych i technologicznych wymaga się od nich, aby miały małą lepkość zapewniającą zarówno niewielki wydatek energii potrzebnej do wytłaczania, jak i mniejsze naprężenia powstające w mieszance przy wytłaczaniu, co powinno chronić ją przed nadmiernym nagrzewaniem się. W zależności od przeznaczenia wyrobu wymagania, jakie muszą spełniać właściwości fizyczne wulkanizatów, mogą być bardzo różne. Zarówno właściwości mieszanek, jak i wulkanizatów zależą w dużym stopniu od ilości i rodzaju napelniaczy użytych do sporządzania mieszanek. Ciągłe podejmowane są próby wykorzystania nowych napelniaczy w celu obniżenia kosztów wyrobu bądź nadania mu lepszych właściwości użytkowych. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań nad zastosowaniem do wyrobów wytłaczanych kompozycji białych napelniaczy zawierających nowy rodzaj napelniacza należącego do grupy glinokrzemianów o nazwie sepiolit. Sepiolit jest uwodnionym krzemianem magnezu o wzorze chemicznym: $Mg_4[Si_6O_{15}(OH)_2]6H_2O$. Mineral ten ma białe, biało-

szare lub żółtawe zabarwienie. Sepiolit tworzy drobne kryształy o pokroju włoskowym. Najczęściej występuje w postaciach ziarnistej, włóknistej lub spłsnionej.

2. Cel badań

Celem badań było porównanie właściwości mieszanek i wulkanizatów zawierających sepiolit oraz inne jasne napelniacze w układach dwu-, trój- i czteroskładnikowych z właściwościami wybranej mieszanki produkcyjnej i ocena na tej podstawie przydatności sepiolitu jako napelniacza w wyrobach przemysłowych. Za mieszankę odniesienia wybrano mieszankę produkcyjną zawierającą krzemionkę aktywną. Napelniacz ten pominięto w kompozycjach zawierających sepiolit, aby sprawdzić, czy możliwe jest zastąpienie krzemionki sepiolitem nie powodując pogorszenia właściwości mieszanek i wulkanizatów sporządzonych z EPDM.

3. Część doświadczalna

3.1. Surowce

W badaniach stosowano EPDM o handlowej nazwie Keltan 778 oraz następujące napelniacze: sepiolit, kaolin, kaolin kalcynowany, kredę i talk. Kaolin, kreda,

* IIMPiB, OZ Elastomerów i Technologii Gumy, Piastów

talk to typowe odmiany napęlniaczy stosowane w przemyśle gumowym. Kaolin kalcynowany otrzymano z kaolinu komercyjnego przez jego wyprażanie do stałej masy w temperaturze 900°C.

Ilość sepiolitu zmieniała się od 32 do 52,5 phr, natomiast w drugim zestawie od 42 do 52 phr.

Oznaczenia mieszanek oraz dokładną zawartość poszczególnych napęlniaczy przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Oznaczenie mieszanek i zawartość poszczególnych napęlniaczy w mieszankach i wulkanizatach EPDM
Table 1. Designation of compounds and amount of components

Składnik, cz.wag.	T1 _{odn.}	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
Keltan 778	100															
zespół sieciujący, plastyfikator, przeciwutleniacz, łącznie	129,5															
sepiolit	—	60	50	84	63	60	70	63	84	42	52,5	32	32	52	42	52
kaolin kalcynowany	—	—	—	126	147	—	—	84	63	63	52,5	73	83	—	—	—
kreda	90	—	—	—	—	—	—	63	63	73,5	73,5	73,5	63,5	74	74	64
talk	—	—	—	—	—	75	75	—	—	31,5	31,5	31,5	31,5	21	21	21
Arsil	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
kaolin	90	150	160	—	—	75	65	—	—	—	—	—	—	63	73	73

3.2. Mieszanki gumowe

Mieszanki gumowe sporządzano korzystając z mieszanki bazowej. Wszystkie mieszanki – produkcyjna i zawierające sepiolit – zawierały łącznie 210 cz.wag. napęlniaczy na 100 cz.wag. EPDM i sieciowane były półefektywnym, siarkowym zespołem sieciującym.

3.3. Kompozycje napęlniaczy w mieszankach gumowych

Sepiolit był badany w mieszankach zawierających kompozycje dwóch, trzech i czterech napęlniaczy.

W przypadku kompozycji dwuskładnikowych do mieszanek dodawano sepiolit wraz z kaolinem albo kaolinem kalcynowanym. Ilość sepiolitu w mieszankach zawierających kaolin kalcynowany była większa niż w mieszankach napęlnionych kaolinem zwykłym.

Mieszanki zawierające trzy napęlniacze sporządzano (oprócz składników bazowych) z sepiolitu, kaolinu kalcynowanego i kredy albo z sepiolitu, kaolinu zwykłego i talku. Ilość sepiolitu dodawanego do mieszanek wynosiła od 60 phr do 84 phr.

Mieszanki zawierające cztery napęlniacze sporządzono w dwu zestawach składających się odpowiednio z sepiolitu, kaolinu kalcynowanego, kredy i talku oraz z sepiolitu, kaolinu zwykłego, kredy i talku. Proporcje między napęlniaczami w poszczególnych mieszankach dobrano w taki sposób, aby sprawdzić wpływ sepiolitu na ich właściwości w możliwie szerokim zakresie stopnia napęlnienia mieszanek tym składnikiem. W mieszankach zawierających pierwszy zestaw napęlniaczy

3.4. Metodyka badań

- *Badanie przebiegu wulkanizacji mieszanek gumowych*
 - Przebieg wulkanizacji mieszanek gumowych określono za pomocą reometru Monsanto R100 w temperaturze 160°C, przy kącie oscylacji rotora wynoszącym 3°.
 - Lepkość mieszanek oznaczono na aparacie Mooney MV 2000E.
- *Oznaczenie właściwości fizycznych wulkanizatów*

Oznaczono następujące właściwości fizyczne wulkanizatów:

 - Wytrzymałość na rozciąganie (Tsb) wg PN-ISO 37:98;
 - Wydłużenie przy zerwaniu (Eb) wg PN-ISO 37:98;
 - Moduł 100% (Se100%), 200% (Se200%) i 300% (Se300%) wg PN-ISO 37:98;
 - Wytrzymałość na rozdzieranie (próbki typu Trouser) wg PN-ISO 34-1:98;
 - Twardość Shore'a A wg PN-80/C-0423;
 - Odkształcenie trwałe przy ściskaniu wg PN-ISO 815:1998.

3.5. Wyniki badań

Wyniki badań kinetyki wulkanizacji i właściwości reologicznych mieszanek przedstawiono w tabeli 2.

Wyniki badań właściwości mechanicznych wulkanizatów przedstawiono w tabeli 3. Aby porównać właściwości, w każdej tabeli zamieszczono wyniki badań mieszanki produkcyjnej T1_{odn.} (mieszanki odniesienia).

Tabela 2. Kinetyka wulkanizacji i właściwości reologiczne mieszanek
Table 2. Kinetics of vulcanization and rheological properties of compounds

	T1 _{odn.}	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
t ₉₀ , min	18	31	30	44	37	27	35	31	42	27	32	25	24	22	15	27
t ₅ , min:s	3	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	2:30	3	3	2	2:30	2
M _{pocz} , MU	30,3	28,7	30,2	59,9	49,6	33,9	45	34,3	50,5	35,3	38,6	30,0	31,2	31,7	28,7	28,1
M ₁₊₄ , MU	20,2	20,3	21,1	43,2	35,5	24,7	30,7	23,5	36,1	25	27,8	20,5	20,8	21,1	19,6	19,2

Tabela 3. Wyniki badań właściwości mechanicznych wulkanizatów
Table 3. Mechanical properties of vulcanizates

	T1 _{odn.}	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
TS _b , MPa	8,0	5,4	5,8	5,0	5,8	5,7	5,3	5,0	5,3	7,9	7,5	6,4	5,4	6,3	6,2	5,8
E _b , %	724	921	894	688	825	879	858	799	846	856	900	718	674	851	928	934
S _{e100%} , MPa	1,1	1,4	1,5	1,9	1,8	1,7	1,9	1,3	1,6	1,9	1,9	1,3	1,4	1,3	1,2	1,2
S _{e200%} , MPa	1,3	2,1	2,2	3,1	2,9	2,3	2,6	1,9	2,6	2,6	2,6	2,0	2,0	1,9	1,6	1,7
S _{e300%} , MPa	1,6	2,5	2,6	3,8	3,4	2,6	2,9	2,4	3,2	3,0	3,1	2,4	2,4	2,2	1,9	2,1
Twardość, °Sh A	54	51	53	62	58	54	56	53	56	59	57	53	55	51	49	49
Rozdzierność kątowna, kNm	15,3	30	19,7	25,4	24,6	23,2	23,3	21,5	25	22,6	26,2	13,5	15,4	17,1	17,3	18,2
Odkształcenie trwale, %	40,5	31,9	33,2	39,2	32,0	31,2	33,9	34,5	30,7	40,6	42,5	27,2	26,0	29,6	29,4	29,8

4. Omówienie wyników badań

Z przeprowadzonych badań wynika, że zwiększenie zawartości sepiolitu w mieszkach zawierających kompozycję dwóch napelniaczy (T₂-T₅) powodowało zwiększenie lepkości i przedłużenie czasu wulkanizacji mieszanek bez względu na rodzaj zastosowanego kaolinu. Okazało się ponadto, że w układzie z kaolinem kalcynowanym (T₄, T₅) lepkość mieszanek była większa, a czas ich wulkanizacji dłuższy niż mieszanek z kaolinem zwykłym (T₂, T₃), gdzie ilość sepiolitu była mniejsza. Na większe wartości obu parametrów w przypadku mieszanek z kaolinem kalcynowanym mogły mieć także wpływ gorsze właściwości smarne kaolinu kalcynowanego w porównaniu z kaolinem zwykłym.

Wraz ze zwiększaniem ilości sepiolitu w mieszkach zmniejszała się w niewielkim stopniu wytrzymałość na rozciąganie wulkanizatów, zarówno w układzie z kaolinem kalcynowanym, jak i zwykłym. Wartości wytrzymałości na rozciąganie wulkanizatów sporządzonych z mieszanek zawierających dwa napelniacze wynosiły od 5,0 MPa do 5,8 MPa. Pod tym względem różnice między poszczególnymi mieszkami były zatem niewielkie.

Badania wytrzymałości na rozdzielanie wykazały, że znacznie lepsze wyniki osiągnięto w przypadku wul-

kanizatów napełnionych sepiolitem i kaolinem kalcynowanym niż wulkanizatów zawierających sepiolit i kaolin zwykły. Okazało się, że wytrzymałość na rozdzielanie wulkanizatów zawierających kaolin kalcynowany zwiększa się wraz ze zwiększaniem ilości sepiolitu i wynosi od 24,6 kN/m do 25,4 kN/m. Podobną tendencję zauważono w przypadku mieszanek zawierających kaolin zwykły: wraz ze zwiększaniem się ilości sepiolitu zwiększała się wytrzymałość na rozdzielanie wulkanizatów od 19,7 do 20,0 kN/m.

Wulkanizaty zawierające sepiolit i kaolin kalcynowany miały wyraźnie wyższe moduły niż wulkanizaty zawierające kaolin zwykły. Przepuszczalnie, niższe wartości modułów wulkanizatów z kaolinem zwykłym były spowodowane mniejszą zawartością sepiolitu i lepszymi właściwościami smarnymi kaolinu zwykłego w porównaniu z kaolinem kalcynowanym.

Twardość wulkanizatów zawierających kaolin kalcynowany zwiększała się wraz ze zwiększaniem się zawartości sepiolitu w mieszance. Oprócz ilości sepiolitu wpływ na twardość wulkanizatów miał także rodzaj zastosowanego kaolinu. Świadczy o tym wyższa o ponad 13% twardość wulkanizatów zawierających kaolin kalcynowany w porównaniu z wulkanizatami z kaolinem zwykłym, przy podobnej ilości sepiolitu w mieszkach.

Wśród wulkanizatów zawierających dwa napelniacze, próbki sporządzone z mieszanki zawierającej obok sepiolitu kaolin kalcynowany wykazywały mniejsze wydłużenie przy zerwaniu w porównaniu z wulkaniza-

tami sporządzonymi z innych mieszanek tej grupy. Stwierdzono, że wulkanizaty sporządzone z mieszanki zawierającej kaolin kalcynowany oraz największą ilość sepiolitu wykazywały najmniejsze wydłużenie przy zerwaniu, znacznie różniące się od wydłużenia wulkanizatów sporządzonych z pięciu pozostałych mieszanek. Badania wykazały, że wulkanizaty sporządzone z mieszanek zawierających kaolin zwykły oraz charakteryzujących się niską w porównaniu z innymi mieszankami tej grupy zawartością sepiolitu – odpowiednio 50 i 60 phr, wykazywały większe wydłużenie przy zerwaniu niż wulkanizaty wykonane z pozostałych mieszanek.

Mieszanki zawierające dwa napełniacze – jednym z nich był sepiolit – osiągały dłuższe czasy wulkanizacji i większą lepkość w porównaniu z mieszanką wzorcową. Najniższą lepkość wśród mieszanek dwuskładnikowych osiągnęła mieszanka zawierająca 60 phr sepiolitu i 150 phr kaolinu. Lepkość tej mieszanki była większa od lepkości mieszanki odniesienia zaledwie o ok. 0,5%. Największą lepkość wśród mieszanek dwuskładnikowych osiągnęła mieszanka zawierająca 84 phr sepiolitu i 126 phr kaolinu kalcynowanego. Lepkość tej mieszanki była większa niż mieszanki odniesienia o ok. 114%.

Wśród mieszanek zawierających napełniacze dwuskładnikowe czas trwania wulkanizacji był najkrótszy w przypadku mieszanki zawierającej 50 phr sepiolitu i 160 phr kaolinu i był dłuższy od czasu wulkanizacji mieszanki odniesienia o ok. 67%. Z kolei czas trwania wulkanizacji był najdłuższy w przypadku mieszanki zawierającej 84 phr sepiolitu i 126 phr kaolinu kalcynowanego i był dłuższy od czasu wulkanizacji mieszanki odniesienia o ok. 144%.

Okazało się, że wszystkie wulkanizaty otrzymane z mieszanek zawierających kompozycje dwóch napełniaczy charakteryzuje mniejsze odkształcenie trwałe po ścisaniu w porównaniu z wulkanizatami otrzymanymi z mieszanki odniesienia. Najlepszy wynik uzyskano dla mieszanki zawierającej 60 phr sepiolitu i 150 phr kaolinu. Odkształcenie trwałe próbek wulkanizatów otrzymanych z tej mieszanki było mniejsze niż odkształcenie próbek odniesienia o ponad 21%.

Z badań wynika, że twardość wulkanizatów zawierających kaolin kalcynowany była wyższa, a zawierających kaolin zwykły – niższa niż wulkanizatów sporządzonych z mieszanki odniesienia.

Zwiększenie zawartości sepiolitu w mieszankach zawierających trzy napełniacze ($T_6 - T_9$) spowodowało zwiększenie lepkości i wydłużenie czasu wulkanizacji mieszanek, natomiast nie miało istotnego wpływu na czas podwulkanizacji. Okazało się, że różnice w składzie zespołu napełniaczy poszczególnych mieszanek nie wpłynęły w sposób istotny na zmiany wytrzymałości na rozciąganie wulkanizatów. Wartość tego parametru oscylowała między 5,0 a 5,7 MPa.

Zaobserwowano także niewielki wpływ ilości sepiolitu w kompozycji z kaolinem i talkiem (T_6 i T_7) na zmianę wartości wytrzymałości na rozdzieranie. Dla tego zestawu napełniaczy wytrzymałość na rozciąganie

zmieniała się między 23,2 a 23,3 kN/m. Z kolei zaobserwowano znaczący wpływ ilości sepiolitu w kompozycji z kaolinem kalcynowanym i kredą (T_8 i T_9) na zmianę wartości wytrzymałości na rozdzieranie. Okazało się, że wraz ze zwiększaniem ilości sepiolitu w mieszance zwiększała się także wartość wytrzymałości na rozdzieranie. Tę samą tendencję stwierdzono także w odniesieniu do wartości modułów. W obydwu przypadkach moduł zwiększał się wraz ze zwiększaniem się zawartości sepiolitu.

Stwierdzono, że zwiększenie zawartości sepiolitu w mieszankach zawierających te same napełniacze, lecz w różnych proporcjach, powodowało zwiększenie twardości wulkanizatów. Porównując jednak twardość wulkanizatu zawierającego 84 phr sepiolitu i 147 phr sepiolitu i kaolinu kalcynowanego razem z twardością wulkanizatu zawierającego o 14 phr sepiolitu mniej i zawierającego 135 phr sepiolitu i kaolinu zwykłego razem, można stwierdzić, że oba wulkanizaty miały taką samą twardość wynoszącą 56 Sh A. Uzyskanie identycznej twardości wulkanizatów różniących się ilością sepiolitu i kaolinu było zapewne spowodowane wpływem trzeciego napełniacza.

Z badań wynika, że mieszanki zawierające trzy napełniacze, wśród których jednym ze składników był sepiolit, osiągały dłuższe czasy wulkanizacji i większą lepkość w porównaniu z mieszanką wzorcową. Najniższą lepkość osiągnęła mieszanka zawierająca 63 phr sepiolitu. Lepkość tej mieszanki była większa od lepkości mieszanki wzorcowej o ok. 16%. Wśród mieszanek zawierających trzy napełniacze najkrótszy czas trwania wulkanizacji wykazywała mieszanka zawierająca 60 phr sepiolitu, dłuższy od czasu wulkanizacji mieszanki wzorcowej o 50%.

Wszystkie wulkanizaty otrzymane z mieszanek zawierających trzy rodzaje napełniaczy charakteryzuje mniejsze odkształcenie trwałe po ścisaniu w porównaniu z wulkanizatami otrzymanymi z mieszanki odniesienia. Odkształcenie trwałe próbek wulkanizatów otrzymanych z dowolnej mieszanki zawierającej trzy napełniacze było mniejsze o ponad 12% w porównaniu z odkształceniem trwałym próbki otrzymanej z mieszanki odniesienia.

Stwierdzono, że wulkanizaty mieszanek zawierających trzy napełniacze wykazywały wytrzymałość na rozciąganie mniejszą niż 6 MPa. Była ona zatem niższa niż wytrzymałość na rozciąganie wulkanizatów wykonanych z mieszanki odniesienia o ponad 25%.

Okazało się także, że wytrzymałość na rozdzieranie wulkanizatów otrzymanych z badanych mieszanek była wyższa niż wytrzymałość na rozdzieranie wulkanizatów wykonanych z mieszanki odniesienia od 40,5% do 60,4%.

Wulkanizaty zawierające trzy napełniacze wykazywały wydłużenie przy zerwaniu co najmniej o 10% większe niż wulkanizat otrzymany z mieszanki odniesienia.

Badania mieszanek zawierających sepiolit w kompozycjach z trzema innymi napełniaczami ($T_{10} - T_{18}$) wykazały, że wraz ze zwiększaniem ilości sepiolitu

i kaolinu kalcynowanego oraz wraz ze zwiększaniem ilości sepiolitu w stosunku do kaolinu zwiększa się lepkość mieszanki. Stwierdzono z kolei, że relatywnie niską lepkość wykazują mieszanki zawierające zamiast kaolinu kalcynowanego kaolin zwykły, a spośród nich zwłaszcza te mieszanki, w których stosunek ilości kaolinu do sepiolitu był największy. Odmienne działanie kaolinu kalcynowanego i kaolinu zwykłego w mieszankach można wyjaśnić posiadaniem przez kaolin zwykły lepszych właściwości smarnych w porównaniu z kaolinem kalcynowanym.

Z badań wynika, że czas wulkanizacji mieszanek zawierających sepiolit i kaolin kalcynowany ($T_{10} - T_{13}$) był na ogół dłuższy niż mieszanek niezawierających kaolinu kalcynowanego ($T_{14} - T_{18}$). Z kolei spośród mieszanek napętnionych sepiolitem i kaolinem kalcynowanym (gdzie suma ilości sepiolitu i kaolinu była zbliżona) dłuższy czas wulkanizacji wykazywały mieszanki o większej ilości sepiolitu w stosunku do kaolinu kalcynowanego. Najkrótszy czas wulkanizacji stwierdzono w przypadku mieszanki zawierającej 42 phr sepiolitu i 73 phr kaolinu zwykłego. Czas wulkanizacji tej mieszanki był krótszy niż czas wulkanizacji mieszanki odniesienia o 20%.

Badania wytrzymałości na rozciąganie wulkanizatów z czterema napętniaczami wykazały, że najlepsze wyniki uzyskano dla wulkanizatów mieszanek zawierających sepiolit i kaolin kalcynowany, w których ponadto stosunek ilości sepiolitu do kaolinu kalcynowanego był znacznie wyższy niż w przypadku innych mieszanek zawierających te dwa składniki. Wytrzymałość na rozciąganie wulkanizatów zawierających 42 phr sepiolitu i 63 phr kaolinu kalcynowanego oraz 52,5 phr sepiolitu i 52,5 phr kaolinu kalcynowanego była bliska wytrzymałości na rozciąganie wulkanizatów wykonanych z mieszanki odniesienia. Niższe wartości wytrzymałości na rozciąganie uzyskano dla wulkanizatów mieszanek zawierających sepiolit i kaolin kalcynowany, w których stosunek ilości sepiolitu do kaolinu kalcynowanego był niższy niż w przypadku wymienionych wyżej mieszanek oraz dla wulkanizatów otrzymanych z mieszanek zawierających stosunkowo dużo sepiolitu (ilości podobne jak w mieszankach, dla których uzyskano najlepsze wyniki), lecz zamiast kaolinu kalcynowanego zawierających kaolin zwykły. Wartości wytrzymałości na rozciąganie wulkanizatów uzyskanych z tych mieszanek były podobne, niższe niż wytrzymałość na rozciąganie wulkanizatów mieszanki odniesienia o co najmniej 20%.

Podobnie jak w przypadku badań wytrzymałości na rozciąganie, najlepsze wyniki podczas badań wytrzymałości na rozdzieranie osiągnęły wulkanizaty mieszanek zawierających 42 phr sepiolitu i 63 phr kaolinu kalcynowanego oraz 52,5 phr sepiolitu i 52,5 phr kaolinu kalcynowanego. Uzyskane wyniki były lepsze o ok. 28% dla pierwszej z wymienionych mieszanek i o ok. 71% dla drugiej mieszanki w porównaniu z wynikami otrzymanymi dla wulkanizatów wykonanych z mieszanki odniesienia.

Relatywnie wysokie wartości modułów uzyskano podczas badań wulkanizatów zawierających sepiolit i kaolin kalcynowany, przy czym stosunek ilości sepiolitu do kaolinu kalcynowanego był znacznie wyższy niż w przypadku innych mieszanek zawierających te dwa składniki. Niskie moduły uzyskano podczas badań wulkanizatów, które nie posiadały w swym składzie kaolinu kalcynowanego.

Wśród wulkanizatów zawierających cztery napętniacze wulkanizaty o najmniejszej ilości sepiolitu (32 phr) wykazywały mniejsze wydłużenie przy zerwaniu w porównaniu z pozostałymi mieszankami tej grupy. Było ono niższe także od wydłużenia wulkanizatów sporządzonych z mieszanki odniesienia. Z kolei wulkanizaty zawierające 52 i 42 phr sepiolitu oraz zawierające kaolin zwykły wykazywały wydłużenie większe niż pozostałe wulkanizaty. Największe wydłużenie miały wulkanizaty zawierające 52 phr sepiolitu i kaolin zwykły. Wydłużenie w tym przypadku wyniosło 934% i było większe od wydłużenia wulkanizatu odniesienia o 29%. Nieco mniejsze wydłużenie przy zerwaniu miały wulkanizaty o podobnej zawartości sepiolitu, zawierające jednak w swym składzie kaolin kalcynowany zamiast kaolinu zwykłego.

5. Wnioski

Przeprowadzone badania wykazały, że sepiolit zastosowany w kompozycjach z jasnymi napętniaczami pozwala w dość szerokim zakresie kształtować właściwości mieszanek i wulkanizatów opartych na EPDM. Jako składnik mieszanki zawierającej cztery napętniacze, sepiolit wraz z kaolinem kalcynowanym, kredą i talkiem, dobranymi w odpowiednich proporcjach, umożliwia uzyskanie lepkości i czasu wulkanizacji niewiele gorszych niż wybranej mieszanki produkcyjnej oraz podobnej wytrzymałości na rozciąganie, znacznie wyższej wytrzymałości na rozdzieranie oraz znacznie mniejszego odkształcenia trwałego po ściskaniu w porównaniu z właściwościami wulkanizatów sporządzonych z mieszanki produkcyjnej. Z kolei wyniki badań innej mieszanki zawierającej cztery napętniacze, w tym kaolin zwykły zamiast kalcynowanego, pokazały, że można uzyskać mniejszą lepkość i krótszy czas wulkanizacji w porównaniu z mieszanką odniesienia. Co prawda wytrzymałość na rozciąganie wulkanizatów otrzymanych ze wspomnianej mieszanki była niższa niż wytrzymałość wulkanizatów wykonanych z mieszanki odniesienia, za to osiągnięto większą wytrzymałość na rozdzieranie i mniejsze odkształcenie trwałe po ściskaniu.

Należy podkreślić, że zastąpienie krzemionki sepiolitem znacznie ułatwiło proces wrabiania napętniaczy do kauczuku.

Badania wykazały, że do wytwarzania wyrobów gumowych z EPDM otrzymywanych metodą wytłaczania można stosować mieszanki zawierające sepiolit zamiast krzemionki, nie powodując istotnego pogorszenia właściwości mieszanek i wulkanizatów, a nawet niektóre z nich poprawiając.

Literatura

1. A. Żarczyński, A. Dmowska: „Napętniacze mieszanek gumowych”, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1970
2. H. Mouri; „Poradnik technologa gumy” rozdz. 9; przekład z języka angielskiego Instytut Przemysłu Gumowego „Stomil”, Piastów 2003
3. L. Ciechanowicz: „Poradnik inżyniera i technika” rozdz. II, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1981



Nowości wydawnicze

„Palność polimerów i materiałów polimerowych”

Książka autorstwa Grażyny Janowskiej, Władysława Przygockiego i Andrzeja Włochowicza

Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007

Tytuł dofinansowany przez Politechnikę Łódzką i Akademię Techniczno-Humanistyczną w Bielsku-Białej

ISBN 978-83-204-3299-2, 340 stron

Książka składa się z ośmiu rozdziałów poprzedzonych *Wykazem skrótów*, *Przedmową* i *Wstępem*. Zawiera również dwa dodatki: *Dodatek 1. Spalać węgiel czy rozbijać atom?* i *Dodatek 2. Masa cząsteczkowa czy ciężar cząsteczkowy?* oraz *Skorowidz*.

Pierwsze trzy rozdziały poświęcone są zagadnieniom teoretycznym związanym ze spalaniem, tj. zjawisku spalania, zjawiskom fizycznym w płomieniach oraz procesom chemicznym zachodzącym podczas spalania polimerów. Każdy z tych rozdziałów składa się z podrozdziałów obszernie omawiających poznane dotychczas mechanizmy procesów spalania ze szczególnym uwzględnieniem spalania polimerów.

Rozdział 4. zawiera informacje dotyczące właściwości lotnych produktów rozkładu termicznego i spalania polimerów oraz metod badania toksyczności produktów spalania.

W rozdziale 5. omówione zostały szczegółowo metody badań palności polimerów.

W rozdziale 6. scharakteryzowano bardzo ważne w praktyce metody zmniejszania palności polimerów.

Rozdział 7. stanowi przegląd najczęściej stosowanych środków opóźniających spalanie polimerów. Podano w nim m.in. ogólne zasady opóźniania spalania, mechanizmy działania antypirenów oraz omówiono zjawisko synergizmu występujące w przypadku stosowania odpowiedniego zespołu antypirenów.

Ostatni 8. rozdział poświęcony jest nanokompozytom, które mają coraz większe znaczenie w technologii polimerów. Omówiono budowę nanokompozytów polimerowych, w tym strukturę kompozytów z dodatkiem nanokrzemianów, właściwości mechaniczne nanokompozytów, przepuszczalność gazów i palność. Zwrócono również uwagę na nanokompozyty polimer-grafit.

Książka pozwala na zapoznanie się z podstawowymi prawami, osiągnięciami i zastosowaniami wyników badań w dziedzinie palności polimerów. Można ją polecić osobom zajmującym się zagadnieniami spalania, zagrożenia toksycznego i ochrony przeciwpożarowej oraz pracownikom naukowym i studentom m.in. chemii, inżynierii materiałowej, inżynierii procesowej.

Beata Jaśkiewicz