



Substancje powierzchniowo czynne jako promotory adhezji podczas wulkanizacji mieszanek kauczuku etylenowo-propylenowego

Jacek Sosnowski*,
Wiesław A. Żmuda**

Mieszanki kopolimeru EPM współwulkanizowane z innymi mieszankami kauczukowymi, np. SBR lub CR, nawet z użyciem klejów kauczukowych, mają niejednokrotnie małą wytrzymałość na rozwarstwianie. Do łączenia mieszanki EPM z mieszankami terpolimeru EPDM, SBR i CR jako promotora adhezji użyto liniowego alkilobenzenu (LAB), który w innych technologiach jest stosowany do produkcji surfaktantu – liniowego sulfonowanego alkilobenzenu, wykorzystywanego w syntezie detergentów, emulgatorów, środków pianotwórczych, herbicydów i wielu innych produktów

Słowa kluczowe: liniowy alkilobenzen LAB, EPM, EPDM

Surface active substances as adhesion promoters during vulkanization of ethylene – propylene rubber compounds

Mixture of EPM copolymer which was co-vulcanized with other rubber mixtures like SBR or CR is characterized by the low resistance even using rubber cement. A linear alkylbenzene LAB as an adhesion promotor was used for mixing of EPM and EPDM, SBR and CR. However, LAB is conventionally used for synthesis of detergents, emulsifiers, herbicides and others.

Key words: linear alkylbenzene LAB, EPM, EPDM

1. Wstęp

Duża wytrzymałość połączenia faz polimerowych, wchodzących w skład różnego typu mieszanek kauczukowych, jest nieodzownym warunkiem dobrych właściwości wykonanych z nich wyrobów gumowych. Umożliwia ona przejmowanie naprężeń mechanicznych przez elastyczny ośrodek polimerowy podczas eksploatacji produktów.

Kopolimer EPM i terpolimery EPDM charakteryzują się bardzo małą kleistością, posiadają łańcuchy nasycone lub o dużym stopniu nasycenia i niebiegunową, niepolarną budowę powodującą, że guma zawierająca te polimery jest odporna na materiały polarne. Ponadto powolna wulkanizacja mieszanki kauczukowej EPM za pomocą zespółów nadtlenkowych wraz z koagentami wulkanizacji powoduje słabą mieszalność i brak kohezji nawet ze słabo polarnym i nienasyconym elastomerem SBR. Dodatkowo brak dienu w EPM,

obecnego w EP(D)M, może powodować zmniejszenie adhezji wulkanizowanych połączeń elastomeru EPM z mieszankami elastomerów polarnych [1,7].

Z punktu widzenia fizykochemii, adhezję powodują siły występujące na granicy faz dwóch łączonych polimerów, które określają także i adsorpcję makrocząstek. Siły adhezji są siłami fizycznymi i wynikają z budowy chemicznej polimerów. Zależą one od występowania w makrocząsteczce ugrupowań polarnych lub innych zdolnych do reagowania lub silnego oddziaływania fizycznego na atomy, grupy atomów lub cząstek występujących na powierzchni mieszanki [2].

Istotną rolę w łączeniu się ze sobą mieszanek kauczukowych odgrywają rozpuszczalniki, które oczyszczają łączone powierzchnie rozpuszczając niepożądane substancje. Przy odpowiednim doborze (ilościowym i jakościowym) mogą działać jak plastyfikatory na powierzchni łączonych faz polimerów, powodując wzrost ich kleistości. Ta z kolei pomocna jest przy konfekcjonowaniu wyrobu, powodując zwiększoną dyfuzję łączonych faz między sobą, zwiększając adhezję wykonanego połączenia, dając kompozycję o optymalnych właściwościach.

* FTT STOMIL WOLBROM S.A.

** Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Paliw i Energii, Kraków



2. Zagadnienia związane z poprawą adhezji

W pracy tej skupiliśmy się na problemach związanych z wytrzymałością adhezyjną łączonych ze sobą w procesie wulkanizacji mieszanek kauczukowych. Przedmiotem naszych badań były dwuwarstwowe taśmy wykonane z różnych mieszanek kauczukowych, o różnej wytrzymałości na rozwarstwianie. Powierzchnie łączonych płyt, wykonanych z badanych mieszanek, przemywano różnymi rozpuszczalnikami i poddawano wulkanizacji (parametry wulkanizacji: $T=165^{\circ}\text{C}$, $t=30$ minut), a następnie rozwarstwiano metodą wg: PN-EN ISO 252-1 2002.

Rozpuszczalniki

Rozróżniamy rozpuszczalniki:

polarne – należą tu m.in. aceton, octan etylu. W skład ich cząsteczek wchodzi co najmniej jeden atom tlenu. Ze względu na to, iż atom tlenu należy do atomów silnie przyciągających elektrony, zawierające go cząsteczki są naładowane ujemnie w miejscach, gdzie on się znajduje, a dodatnio na pozostałym obszarze.

niepolarne – toluen, ksylen. Cząsteczki tych rozpuszczalników są zbudowane wyłącznie z węgla i wodoru, które mają prawie jednakową zdolność przyciągania elektronów. Ze względu na to, że elektrony są w tym przypadku przyciągane w przybliżeniu równo przez wszystkie miejsca na powierzchni cząsteczek, nie mają one stałych obszarów dodatnich i ujemnych. O takich cząsteczkach mówi się, że są słabo polarne lub niepolarne [3].

Rozpuszczalność

Aby dana ciecz była rozpuszczalnikiem dla jakiejś innej substancji, muszą być spełnione dwa warunki:

- polarność rozpuszczalnika musi być zbliżona do polarności substancji rozpuszczanej;
- cząsteczki rozpuszczalnika muszą posiadać zdolność do otaczania i oddzielania od siebie pojedynczych cząsteczek substancji rozpuszczanej.

Jeśli polarność rozpuszczalnika jest zbliżona do polarności substancji rozpuszczanej (rozpuszczenie zachodzi), to na cząsteczki znajdujące się na powierzchni substancji rozpuszczanej oddziałują dwa rodzaje sił:

- wywierane przez rozpuszczalnik, powodujące wyrwanie cząsteczek z fazy stałej i wciąganie ich do cieczy;
- wywierane przez cząsteczki fazy stałej, powodujące wciąganie cząsteczek z powrotem do wnętrza fazy stałej.

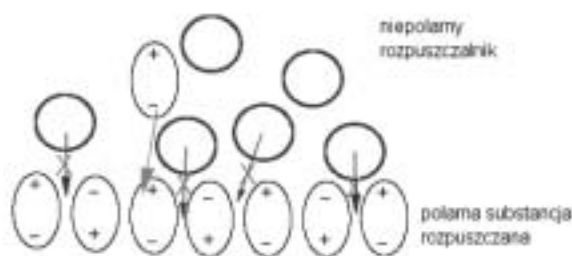
Rozpuszczanie może nastąpić jedynie wtedy, gdy siły oddziaływania cząsteczek rozpuszczalnika będą zdolne do przewyciężenia sił przyciągania wnętrza fazy stałej. W przypadkach, gdy siły oddziaływania cząsteczek rozpuszczalnika nie wystarczają do wyrwania

cząsteczek z fazy stałej, rozpuszczanie może także nastąpić wtedy, gdy rozpuszczalnik posiada zdolność penetracji warstwy powierzchniowej substancji stałej. Jeśli taka sytuacja zaistnieje, to cząsteczki substancji stałej znajdujące się na jej powierzchni, zostaną „roze-pchnięte” przez cząsteczki rozpuszczalnika, które następnie przenikną do kolejnej warstwy cząsteczek substancji stałej. Równocześnie cząsteczki warstwy powierzchniowej substancji stałej oderwą się i przenikną w głąb roztworu, w związku z tym odsłoni się nowa warstwa, którą znów atakować będą cząsteczki rozpuszczalnika. Taki mechanizm rozpuszczania pozwala zrozumieć, dlaczego polimery często absorbują rozpuszczalniki i pęcznieją przed rozpuszczeniem się [4].

Przebieg rozpuszczania

Podstawową regułą rządzącą zjawiskiem rozpuszczania (tworzenia roztworu ciała stałego w cieczy) jest reguła krótko określająca: *podobne rozpuszcza się (miesza się) w podobnym*. Przez „podobne” rozumiemy tu przede wszystkim polarność cząsteczek mieszających się wzajemnie w roztworze.

Gdy polarną substancję A (ciało stałe) próbujemy rozpuścić w niepolarnym rozpuszczalniku B, to mamy taki przypadek, że cząsteczki substancji polarnej są silnie powiązane ze sobą siłami elektrostatycznymi i niepolarne cząsteczki rozpuszczalnika B nie są w stanie wnikać pomiędzy cząsteczki A. Jeśli nawet w jakiś sposób uzyskamy cząsteczkową dyspersję substancji A w B, to natychmiast dipole A powtórnie połączą się ze sobą, a niepolarne cząsteczki B nie będą w stanie im w tym przeszkodzić; rysunek 1.

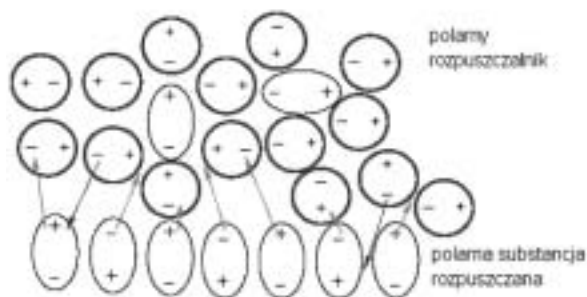


Rys. 1. Polarna substancja rozpuszczana (elipsy) (A), niepolarny rozpuszczalnik (koła) (B)

Fig. 1. Polar substance dissolved (ellipse) (A), non-polar dissolvent (circles) (B)

Niepolarne cząsteczki rozpuszczalnika (koła) nie mogą pokonać sił spójności między polarnymi cząsteczkami substancji rozpuszczanej (elipsy), a cząsteczki substancji rozpuszczonej są „wyłapywane” z roztworu poprzez działanie pola elektrycznego dipoli.

W przypadku rozpuszczania substancji „podobnych”, gdy rozpuszczamy (mieszamy) dwie substancje np. polarne, to cząsteczki rozpuszczalnika – posiadając ładunki na biegunach dipola – mają „siłę” pozwalającą im wnikać pomiędzy cząsteczki substancji rozpuszczanej i otaczać cząsteczki wciągnięte do roztworu czą-



Rys. 2. Polarny rozpuszczalnik (koła), polarna substancja rozpuszczana (elipsy)

Fig. 2. Polar dissolvent (circles), polar substance dissolved (ellipse)

teczkami rozpuszczalnika (solvatacja) i tym sposobem chronić je przed ponownym łączeniem się w sieć krystaliczną.

Dipole rozpuszczalnika łatwo wnikają między cząsteczki substancji rozpuszczanej, a cząsteczki substancji rozpuszczanej są siłami elektrostatycznymi wciągane do roztworu (strzałki), gdzie otoczka solwacyjna chroni je przed spotkaniem z inną cząsteczką związku i możliwością odtworzenia sieci krystalicznej.

Lotność rozpuszczalników

Różnice w zdolności rozpuszczalników do odparowania można wytłumaczyć różnicą wymiarów i polarności ich cząsteczek. Cząsteczki o większej polarności silniej oddziałują na siebie i siły te muszą zostać pokonane, aby cząsteczki rozpuszczalnika przedostały się z fazy ciekłej do gazowej, dlatego ich lotność jest mniejsza. Wraz ze zmniejszaniem się wymiarów cząsteczek rozpuszczalników o zbliżonej polarności, zmniejsza się ich gęstość, a więc rosną odległości międzycząsteczkowe. Ze wzrostem tych odległości maleją oddziaływania polarne. Tak więc powinna wzrastać lotność rozpuszczalników. Dobra zwilżalność ma miejsce wtedy, gdy oddziaływania między cząsteczkami kleju a powierzchnią podłoża są dostatecznie duże [5].

Energia powierzchniowa – napięcie powierzchniowe materiału

Idealne warunki dla połączenia adhezyjnego zachodzą wówczas, gdy napięcie (energia) powierzchniowe łączonych materiałów znacznie przewyższa energię powierzchniową zwilżającego je środka. Energia powierzchniowa określa siłę związania elektronów w atomach materiału powierzchni, czyli zdolność tych elektronów do oddziaływania z sąsiednimi atomami materiału powierzchni. Z tego względu powierzchnie o dużej energii powierzchniowej są przeważnie polarne, a powierzchnie o niewielkiej energii, niepolarne. Z założenia energii powierzchniowej wynika ważne stwierdzenie, że ciecze zwilżają jedynie takie powierzchnie,

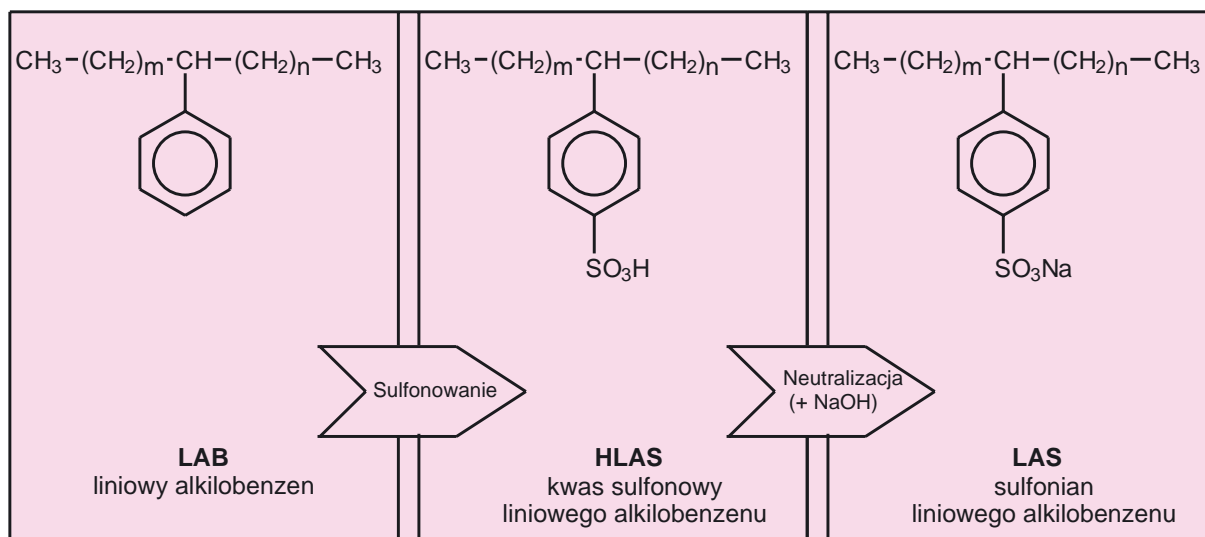
których energia powierzchniowa jest większa od energii powierzchniowej tych cieczy. Substancjami zmniejszającymi napięcie powierzchniowe są tzw. surfaktanty, czyli związki powierzchniowo czynne. Podobne do siebie charakterem kauczuki z reguły kowulkanizują ze sobą (reguła „podobne z podobnym”), natomiast nie chcą łączyć się lub łączą się słabo polarne z niepolarnymi. Surfaktantem, czyli substancją powierzchniowo czynną (z ang. surface active agent) nazywamy substancję, która gromadząc się na granicy rozdziału faz, zmienia w zdecydowany sposób, nawet przy niewielkich stężeniach, właściwości powierzchniowe. Surfaktanty należą do szerokiej klasy substancji amfipatycznych (zwanymi także amfilami, z grec. dosłownie obolubne), które w swojej asymetrycznej strukturze molekularnej posiadają polarne lub jonotwórcze grupy atomów i jednocześnie grupy niepolarne lub słabo polarne (pochodzenia węglowodorowego, np. grupą alkilową o długim łańcuchu). W rezultacie wykazują one odmienne zachowanie się w stosunku do faz polarnych i niepolarnych. Ugrupowanie niepolarne chętnie otacza się cząsteczkami niepolarnymi, unika natomiast sąsiedztwa cząsteczek polarnych [6]. Odwrotne zachowanie wykazuje część polarna. Jedną z konsekwencji tych zachowań jest adsorpcja cząsteczek surfaktantu na granicy rozdziału faz oraz dwoista natura tej cząsteczki. Jej działanie najczęściej polega na adsorpcji cząsteczek na granicy dwóch faz w ten sposób, że część polarna jest skierowana do fazy bardziej polarnej. Z kolei długi, niepolarny łańcuch węglowodorowy wykazuje duże powinowactwo do węglowodorów i innych substancji niepolarnych [1,7].

3. LAB – liniowy alkilobenzen

Wartość napięcia powierzchniowego można zmniejszyć w pewnym zakresie przez naniesienie substancji powierzchniowo czynnej, która absorbuje się na granicy faz i pełni rolę plastyfikatora. Substancją taką jest LAB, jest on podstawowym surowcem do produkcji surfaktantu LAS (liniowy sulfonowany alkilobenzen) – rysunek 3, który jest wykorzystywany w syntezie detergentów i innych środków czyszczących [8, 9, 10].

Wytwarzanie wyższych alkilobenzenów oparte jest na reakcji alkilowania benzenu za pomocą alkanów $C_{10} - C_{13}$, wyodrębnionych przez destylację po krakowaniu parafiny, które zawierają prawie wyłącznie podwójne wiązania przy pierwszym atomie węgla [11]. LAB jest klarownym, przezroczystym płynem, o oleistej konsystencji w temperaturze pokojowej, niewydzielający oparów, bezwonny. LAB jest produkowany z dostępnych surowców, pozyskiwanych w procesie przeróbki ropy naftowej: *n*-parafin i benzenu [12]. LAB będąc alkilową pochodną benzenu jako związek o małej polarności jest nierozpuszczalny w wodzie, ale rozpuszczalny w rozpuszczalnikach niepolarnych; zawiera fragmenty aromatyczne oraz fragmenty wywodzące się od al-





Rys. 3. Otrzymywanie surfaktantu LAS [9]
 Fig. 3. Growth of surface active agent LAS [9]

kanów [13]. Stanowi układ między cząsteczką benzeno, mającego powinowactwo do parafiny, a cząsteczką parafiny, niewykazującej powinowactwa z benzenem – rysunek 4.

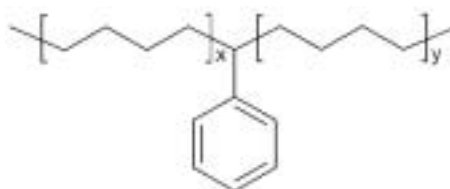
Obecność w składzie LAB łańcucha alifatycznego sprawia, że posiada on powinowactwo do niepolarnych substancji, takich jak np. węglowodory [6]. W tabeli 1 podano właściwości fizykochemiczne LAB.

Tabela 1. Alkilobenzen liniowy. Pochodne $C_{10} - C_{13}$ – alkilowe benzenu [11]
 Table 1. Linear alkylbenzene ($C_{10} - C_{13}$) [11]

Parametr oznaczany	Wynik
Gęstość (20 °C), kg/m ³	862
Temperatura wrzenia, °C	280 – 320
Rozpuszczalność w wodzie, mg/l	< 0,1
Lepkość w 15 °C, mm ² /s	9,3
Temperatura zapłonu, °C	> 100
Temperatura samozapłonu, °C	> 350
Rozkład łańcucha:	
n – C ₁₀ , % (m/m)	≤ 18
n – C ₁₁ , % (m/m)	25 – 40
n – C ₁₂ , % (m/m)	25 – 40
n – C ₁₃ , % (m/m)	15 – 28
n – C ₁₄ , % (m/m)	≤ 1
Zawartość 2-fenylalkanu, % (m/m)	25 – 35

4. Część badawcza

Poniżej przedstawiono badania połączeń mieszanek kauczukowych: EPM, SBR, CR, EPDM z zastosowaniem liniowego alkilobenzenu i innych środków.



Rys. 4. Budowa liniowego alkilobenzenu; x, y – liczba atomów C od 0 do 7..10 [11]
 Fig. 4. Linear alkylbenzene; x, y – number of C-atoms in the alkylchain x, y...0 bis 7. 10 [11]

Wytrzymałość na rozdieranie wulkanizowanych połączeń

Prowadzone badania miały na celu sprawdzenie, jaki wpływ ma zastosowanie surfaktantu LAB na wytrzymałość adhezyjną wulkanizowanych połączeń mieszanek niepolarnego kopolimeru EPM z mieszankami kauczukowymi na podstawie:

- wysoko nasyconego niepolarnego terpolimeru EPDM;
- nienasyconego słabo polarnego elastomeru SBR;
- nienasyconego polarnego elastomeru CR.

Zbadano również, jaki wpływ na takie połączenia ma zastosowanie różnych rozpuszczalników. Wykonano także łączenie za pomocą kleju kauczukowego. W celu porównania uzyskanych wyników wykonano łączenia tych samych mieszanek kauczukowych w stanie naturalnym, to jest bez środków zwilżających i kleju.

Do badań użyto:

- liniowego alkilobenzenu (LAB)
- benzyny ekstrakcyjnej
- toluenu
- oraz kleju do łączenia gumy wulkanizowanego na gorąco, rozcieńczonego toluenem.

Ponadto uzyskane złącza poddano starzeniu w powietrzu w temperaturze 100 °C przez okres 168 h.



Oznaczenie wytrzymałości zmęczeniowej na wielokrotne zginanie wulkanizowanych połączeń

W celu porównania wulkanizatów EPM/LAB/SBR i EPM/SBR wykonano oznaczenie odporności tych połączeń na rozwarstwienie pod wpływem ich wielokrotnego zginania. Urządzenie do badania odporności gumowego połączenia na wielokrotne zginanie pozwala na określenie w ustalonych warunkach najmniejszej liczby cykli potrzebnych do zniszczenia badanej próbki. Badanie przeprowadzono wg PN-88 C-05011/09. Wytrzymałość zmęczeniowa wykonanego połączenia na zginanie jest to liczba cykli zgięć (1 cykl równa się dwóm zgięciom), po których nastąpi zużycie, przykładowo rozwarstwienie bądź pęknięcie próbki, obciążonej pulsującym, o stałej charakterystyce układem sił.

5. Wyniki badań i dyskusja

Trwale połączenia pomiędzy mieszankami kauczukowymi różnych elastomerów uzyskuje się wówczas, gdy następuje wulkanizacja połączenia jednocześnie z sieciowaniem samych elastomerów oraz wulkanizującym się klejem kauczukowym rozpuszczonym w odpowiednim rozpuszczalniku. Jednak wulkanizowane połączenia klejowe posiadają szereg wad, np.:

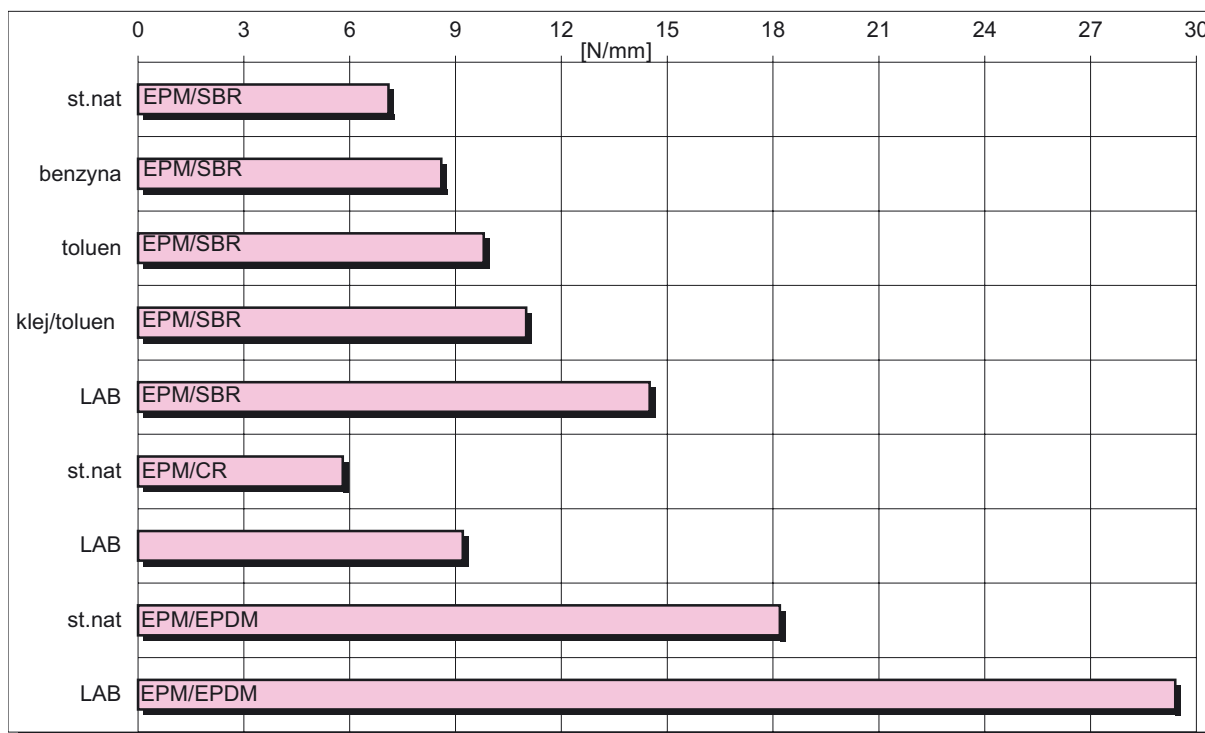
- bardzo wysoką toksyczność i uciążliwość dla środowiska rozpuszczalników aromatycznych;

- konieczność wykonania odpowiedniej kauczukowej mieszanki klejowej oraz jej rozpuszczenie w odpowiednio dobranym rozpuszczalniku;
- wydłużenie czasu konfekcjonowania wyrobu – ze względu na konieczność odparowania z kleju rozpuszczalnika przed wykonaniem połączenia;
- klej może ulegać ścierniu z łączonych powierzchni pod wpływem ciśnienia płynącej mieszanki podczas zamykania formy przy prasowaniu tłocznym;
- skroplenie pary wodnej na powierzchni suszącej się błonki, podczas szybkiego i intensywnego odparowania rozpuszczalnika, powodujące obniżenie się kleistości złącza, a następnie rozwarstwienie się łączonych powierzchni gumowych;
- rozpuszczalniki mogą powodować podwulkanizację powierzchni mieszanek kauczukowych i związany z tym brak adhezji.

Czynniki te mogą prowadzić do wydłużenia cyklu produkcyjnego i uzyskania wadliwego wyrobu, dlatego zamiast kleju do zwiększenia wytrzymałości adhezyjnej połączeń niepolarniej mieszanki EPM z innymi mieszankami kauczukowymi celowe było poszukiwanie innego promotora adhezji.

Użycie substancji powierzchniowo czynnej w wulkanizowanych na gorąco połączeniach badanych mieszanek kauczukowych prowadzi do znacznego poprawienia adhezji wykonanego złącza w odniesieniu do połączeń tych mieszanek w stanie naturalnym, tj. bez środka zwilżającego, rysunek 5.

Wytrzymałość na rozwarstwianie wulkanizowanych adhezyjnych połączeń mieszanek kopolimeru EPM z innymi mieszankami kauczukowymi, otrzymanych z użyciem środka powierzchniowo czynnego



Rys. 5. Wytrzymałość na rozwarstwianie wulkanizowanych połączeń adhezyjnych
Fig. 5. Delayering resistance of vulcanized adhesion gum luminates





(A) – EPM/SBR 7,1 [N/mm]



(B) – EPM/LAB/SBR 14,5 [N/mm]

Rys. 6. Rozwarstwione połączenia wulkanizatów mieszanek kauczukowych EPM i SBR, A – stan naturalny, B – z zastosowaniem LAB

Fig. 6. Delayering of gum vulcanizates mixtures EPM & SBR, A – natural state, B – with LAB usage

LAB (promotor adhezji), jest większa niż w przypadku pozostałych badanych przez nas środków: np. wytrzymałość połączenia EPM/LAB/SBR jest o 100% większa niż EPM/SBR, a o ok. 50% większa niż w przypadku zastosowania do wulkanizacji kleju kauczukowego – rysunek nr 5.

Użycie LAB w ciągu technologicznym konfekcjonowania wyrobów gumowych prowadzi do jego uproszczenia i skrócenia w porównaniu z technologią z zastosowaniem klejów kauczukowych. Konsystencja oleista LAB sprawia, że nie ma konieczności odparowania go z klejonych powierzchni, co radykalnie skraca czas konfekcjonowania wyrobu gumowego. LAB jest kompatybilny z mieszkankami kopolimerów EPM i EPDM, między innymi za sprawą obecności w jego budowie łańcucha parafinowego, który również występuje w zmiękczacach parafinowych, charakteryzujących się największym powinowactwem (większym od olejów naftenowych i aromatycznych) z niepolarnym kopolimerem EPM oraz, podobnie jak EPM, rozpuszcza się w rozpuszczalnikach niepolarnych (reguła „podobne w podobnym”).

Wyniki badania rozwarstwienia połączenia wulkanizowanego z udziałem liniowego alkilobenzenu po starzeniu w powietrzu w podwyższonej temperaturze nie wykazały większego (w porównaniu z połączeniami bez LAB) spadku adhezji, co świadczy, że LAB nie wpływa przyspieszająco na starzenie wulkanizatów.

Po przeprowadzeniu testu na wielokrotne zginanie wulkanizatów EPM/LAB/SBR i EPM/SBR stwierdzono, że próbki z surfaktantem LAB wykazują o 60% większą wytrzymałość na rozwarstwianie podczas ich zginania, co na pewno ma przełożenie na dłuższy czas eksploatacji wyrobu gumowego.

Wytrzymałość połączenia adhezyjnego zależy od odkształcalności warstwy międzyfazowej, gdyż w du-

żym stopniu określa ona koncentrację naprężeń materiału podczas eksploatacji. W strefie sąsiedztwa dwóch łączonych faz polimerowych można zaobserwować warstwę pośrednią, charakteryzującą się występowaniem jednej powierzchni granicznej – rysunek 6A (fazy niemieszające się), bądź dwóch warstw przejściowych – rysunek 6B (fazy mieszające się). Maksymalne naprężenia mechaniczne występują w pobliżu granicy faz, dlatego zwiększenie grubości warstwy mieszalności na granicy faz, zmniejszające koncentrację naprężeń, poprawia właściwości mechaniczne i wytrzymałość na rozwarstwianie wulkanizowanych adhezyjnych połączeń mieszanek kauczukowych.

Układ EPM/EPDM obrazuje siłę połączenia adhezyjnego EPM z innym również niepolarnym elastomerem. Natomiast EPM/CR to przykład połączenia wulkanizatu niepolarnego z silnie polarnym, które w przypadku zastosowania LAB posiada zadowalającą wytrzymałość.

6. Podsumowanie

Liniowy alkilobenzen LAB, jako promotor adhezji w wulkanizowanych na gorąco połączeniach mieszanek EPM z mieszkankami EPDM, SBR, CR, eliminuje konieczność stosowania mieszkanki klejowej, rozpuszczonej w toksycznych rozpuszczalnikach. Konsystencja LAB sprawia, że nie ma konieczności odparowania tego rozpuszczalnika z klejonych powierzchni, co skraca czas konfekcjonowania wyrobu. LAB posiada dużą kompatybilność z EPM i EPDM. Właściwości mechaniczne wulkanizowanego połączenia omawianych mieszanek kauczukowych, po zastosowaniu LAB jako promotora adhezji, znacznie przewyższają właściwości uzyskane za pomocą kleju kauczukowego oraz innych



popularnych rozpuszczalników. Liniowy alkilobenzen nie wpływa przyspieszająco na starzenie wulkanizatów w atmosferze powietrza w podwyższonej temperaturze.

Większa wytrzymałość na rozwarstwianie połączenia wulkanizowanego z udziałem opisanego promotora adhezji, potwierdzona testem na zginanie, świadczy o lepszej trwałości uzyskanego połączenia, co ma wpływ na jakość wyrobu końcowego.

Literatura

1. www.techcenter.lanxess.com
2. Jurkowski B., Jurkowska B.: „Sporządzanie kompozycji polimerowych. Elementy teorii i praktyki”, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1995
3. www.loctite.pl
4. Cagle Ch.V.: „Kleje i klejenie” – Poradnik inżyniera i technika, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1977, s. 39 – 71
5. Koszkuł J., Suberlak O.: „Podstawy fizykochemii i właściwości polimerów”, Politechnika Częstochowska 2004, s. 160 – 161
6. Atkins P.W.: „Podstawy chemii fizycznej”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999, s. 481 – 482
7. Riedel J.A. i Vander Laan R.H.: „The Vanderbilt Rubber Handbook”, wyd. 13, 1990, s. 123 – 148
8. www.uop.com
9. www.lasinfo.eu
10. www.petresa.ca
11. Bogoczek R., Kociołek-Balawajder E.: „Technologia chemiczna organiczna”, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, 1992, s. 583
12. www.wibarco.de
13. Morison R.T., Boyd R.N.: „Chemia organiczna” – tom 1, wydanie trzecie, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1994, s. 440 – 453

Zakład Informacji Naukowo-Technicznej Instytutu Przemysłu Gumowego „STOMIL”

- zajmuje się gromadzeniem, opracowywaniem, przetwarzaniem i udostępnianiem informacji z dziedziny chemii i przetwórstwa elastomerów
- dysponuje specjalistycznym księgozbiorem
- posiada bogaty zbiór fachowych czasopism krajowych i zagranicznych
- wydaje czasopismo **Elastomery** – dwumiesięcznik poświęcony problemom przemysłu gumowego, zawierający artykuły o problematyce naukowo-technicznej, przedstawiający wyniki prac badawczo-rozwojowych realizowanych w placówkach badawczych i zakładach przemysłowych w Polsce i na świecie. **Elastomery** znajdują się na liście wiodących czasopism krajowych. Nadsyłane do **Elastomerów** artykuły są recenzowane przez rzeczoznawców. Artykuły zamieszczone w **Elastomerach** publikowane są w języku polskim lub angielskim. Czasopismo jest referowane w „Chemical Abstracts” i „Rapra Abstracts”
- wykonuje tematyczne zestawienia dokumentacyjne
- opracowuje referaty i przeglądy literaturowe
- organizuje specjalistyczne kursy i szkolenia z zakresu technologii gumy dla technologów, personelu laboratoriów zakładowych i średniego nadzoru technicznego
- prowadzi punkt konsultacyjny
- prowadzi działalność patentową i normalizacyjną

Ponadto zamieszcza na łamach wydawanego czasopisma:

- informacje prezentujące firmy
- ogłoszenia
- inne formy promocji

**Zapraszamy do korzystania z naszych usług.
Zapraszamy do prenumerowania naszego czasopisma.
Zapewniamy wysoką jakość realizowanych zamówień.**

Więcej informacji:

tel.: (022) 723 60 25 do 29 wew. 247, fax.: (0 22) 723 71 96, d.caban@ipgum.pl, b.jaskiewicz@ipgum.pl

