



Dynamiczne sieciowanie mieszanin uwodornionego i karboksylowanego kauczuku butadienowo-akrylonitrylowego

Kinga Bociong*
Władysław M. Rzymiski*

Zbadano właściwości mieszanin uwodornionego i karboksylowanego kauczuku butadienowo-akrylonitrylowego (HNBR, XNBR) wytwarzanych metodą reaktywnego przetworstwa, tj. dyspergowania XNBR w środowisku HNBR podczas mieszania elastomerów, połączonego z niekonwencjonalnym, selektywnym sieciowaniem dyspergowanego elastomeru za pomocą MgO. Wytworzone taką metodą mieszaniny sieciowano następnie w sposób konwencjonalny (statyczny) za pomocą nadtlenu kumylu (DCP). Właściwości kompozycji wytworzonych metodą reaktywnego przetworstwa porównano z właściwościami mieszanin sporządzonych i sieciowanych w sposób konwencjonalny, statyczny.

Stwierdzono, że wytworzone mieszaniny są układami mikroheterogenicznymi, w których usieciowany podczas reaktywnego mieszania XNBR jest zdyspergowany w części kropelkowo w fazie ciągłej utworzonej przez HNBR. Właściwości usieciowanych dynamicznie mieszanin HNBR/XNBR zależą w istotny sposób zarówno od proporcji elastomerów, jak też od ilości substancji sieciującej zastosowanej do dynamicznego, selektywnego sieciowania dyspergowanego XNBR. Niekonwencjonalnie sporządzone mieszaniny charakteryzują się innymi właściwościami niż wytworzone w sposób konwencjonalny, w tym wyższym stopniem usieciowania, większą wytrzymałością na rozciąganie oraz większą odpornością na pęcznienie w niepolarnym rozpuszczalniku. Wybrane wyniki badań przedstawione zostały na konferencjach „Modyfikacja Polimerów – 2007” oraz „Elastomery’2007”.

Słowa kluczowe: uwodorniony kauczuk butadienowo-akrylonitrylowy (HNBR), karboksylowany kauczuk butadienowo-akrylonitrylowy (XNBR), reaktywne przetworstwo, wulkanizacja dynamiczna

Dynamic crosslinking of blends composed of hydrogenated and carboxylated acrylonitrile-butadiene rubber

The preparation and selected properties of blends composed of hydrogenated (HNBR) and carboxylated (XNBR) acrylonitrile-butadiene rubber have been investigated. HNBR was modified with XNBR dispersed and selective crosslinked with MgO during mixing in Brabender Plasticorder micromixer. The prepared blends were then conventionally cured with dicumyl peroxide (DCP) incorporated on two roll mill into HNBR/XNBR/MgO blends. The properties of dynamically cured compounds were compared with those prepared conventionally. It has been found that the dynamically prepared HNBR/XNBR compounds are microheterogeneous systems with continuous phase formed by HNBR contained droplets and rod-like particles of dispersed and cured XNBR. The properties of the obtained compounds depend on the XNBR amount incorporated into blend and the amount of MgO used for selective crosslinking of XNBR. The dynamically prepared compounds exhibit higher crosslinking degree and higher tensile strength but lower swelling degree in hydrocarbons comparing to those prepared conventionally.

The research results were in part presented on „Modification of Polymers 2007” and „Elastomers’ 2007” conferences.

Key words: hydrogenated acrylonitrile-butadiene rubber, carboxylated acrylonitrile-butadiene rubber, reactive processing, dynamic vulcanization

* Politechnika Łódzka, Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Łódź





1. Wprowadzenie

Jedną z metod modyfikacji fizycznej elastomerów, prowadzonej w celu wytworzenia produktu o jednej lub kilku cechach odmiennych od właściwości materiału niemodyfikowanego [1], jest wytwarzanie mikroniejnorodnych mieszanin elastomerowych podczas reaktywnego mieszania (reaktywnego przetworstwa), połączonego z niekonwencjonalnym, dynamicznym sieciowaniem jednego ze składników dyspergowanego w fazie ciągłej utworzonej przez drugi składnik. Sieciowanie dynamiczne jest procesem jednoczesnego mieszania, realizowanego w warunkach działania zmiennych naprężeń ścinających i rozciągających, oraz sieciowania połączonego ze zmianą morfologii mieszaniny – zazwyczaj od dwuciągłej do sferycznej [2].

Właściwości mieszanin polimerowych oraz produktów ich usieciowania w istotny sposób zależą od proporcji składników, stopnia ich usieciowania oraz typu morfologii mieszaniny związanego z kompatybilnością ich składników. Kompatybilność, albo mieszalność technologiczna, oznacza zachowanie właściwości oraz stabilnej morfologii mieszaniny na wszystkich etapach jej przetworstwa oraz użytkowania, bez makroskopowej separacji faz [2]. Mieszalność polimerów zależy od ich termodynamicznego podobieństwa oraz zbliżonej lepkości składników. Niewielka różnica wartości tych parametrów sprzyja zmniejszeniu międzyfazowego napięcia powierzchniowego i wymiarów mikrofaz, a w konsekwencji zwiększeniu powierzchni oddziaływań międzyfazowych i polepszeniu właściwości mechanicznych [2].

Dotychczasowe badania dynamicznego sieciowania kompozycji polimerowych poświęcone były głównie wytwarzaniu mieszanin plastomerów z elastomerami, prowadzonymu w celu uzyskaniem odpowiedniego stopnia zdyspergowania oraz dynamicznego sieciowania elastomeru rozproszonego w matrycy plastomerowej, tj. wytwarzaniu termoplastycznych wulkanizatów (TPE-V) [3, 4]. Postanowiliśmy zatem wykorzystać metodę reaktywnego przetworstwa do wytwarzania niekonwencjonalnych mieszanin elastomer-elastomer.

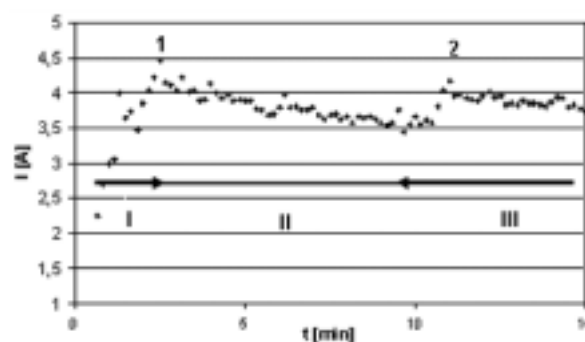
Elastomery będące przedmiotem naszych badań, tj. uwodorniony (HNBR) i karboksylowany (XNBR) kauczuk butadienowo-akrylonitrylowy, charakteryzują się zbliżonymi wartościami parametru kohezyjnego Hildebranda ($\delta = 20-21 \text{ MPa}^{1/2}$, [5, 6]). Oczekiwaliśmy, że dynamiczne, selektywne sieciowanie XNBR podczas jego mieszania z HNBR doprowadzi do wytworzenia kompozytów o odmiennych właściwościach niż wytwarzanych w sposób konwencjonalny, tj. w wyniku statycznego sieciowania mieszanin sporządzonych w konwencjonalny sposób. Zbadaliśmy wpływ zawartości XNBR w mieszaninie oraz ilości MgO jako substancji sieciującej selektywnie ten elastomer podczas reaktywnego mieszania, a także ilości nadtlenu kumylu (DCP) użytego do statycznego sieciowania mieszaniny, tj. w warunkach braku przepływu elastomerów, na właściwości wytworzonych kompozycji. Właściwości

materiałów wytworzonych metodą reaktywnego przetworstwa porównywaliśmy z właściwościami analogicznych mieszanin wytworzonych w konwencjonalny sposób.

2. Metodyka badań

Do badań wybraliśmy uwodorniony kauczuk butadienowo-akrylonitrylowy (HNBR, marki Therban 4307, produkt firmy Bayer AG, 42,5% mas. związanego akrylonitrylu, stopień uwodornienia >99% mol.) oraz karboksylowany kauczuk butadienowo-akrylonitrylowy (XNBR, marki Krynac X7.50, produkt firmy Bayer AG, 27% mas. związanego akrylonitrylu, 7% mas. związanego kwasu). Konwencjonalne mieszaniny sporządzone zostały za pomocą walcarki laboratoryjnej, w czasie około 10 min, natomiast kompozyty niekonwencjonalne (dynamiczne) sporządziliśmy dwuetapowo.

W pierwszym etapie do komory mikromieszarki o temperaturze 423 K wprowadziliśmy HNBR (I, rys. 1). Wypełnianie przez elastomer komory mikromieszarki spowodowało pojawienie się pierwszego maksimum prądu skutecznego (1), a zatem i lepkości mieszaniny. Wzrost i ujednoczenie temperatury wsadu oraz uplastycznianie HNBR doprowadziło do zmniejszenia lepkości. Po wstępnym uplastycznieniu HNBR do komory wprowadziliśmy XNBR (II) i oba elastomery mieszaaliśmy w określonym czasie, wprowadzając następnie (III) MgO jako czynnik selektywnie sieciujący dyspergowany XNBR, co przejawiało się pojawieniem się drugiego maksimum mocy (2), związanego z biegnącymi równoległe procesami sieciowania XNBR, dyspergowania i rozdrabniania jego usieciowanych cząstek oraz uplastycznianiem i zmianą morfologii mieszaniny.



Rys. 1. Zmiany natężenia prądu skutecznego silnika napędowego mikromieszarki Brabender Plasticorder podczas sporządzania i dynamicznego sieciowania mieszaniny HNBR/XNBR/MgO, temperatura komory 423 K; I – natężenie prądu skutecznego proporcjonalne do lepkości mieszaniny

Fig. 1. Changes of efficient current intensity of Brabender Plasticorder micromixer engine during preparation and dynamic curing of HNBR/XNBR/MgO blends at $T = 423 \text{ K}$; I – efficient current intensity proportional to compound viscosity





Łączny czas sporządzania w ten sposób mieszanin wynosił 15 min.

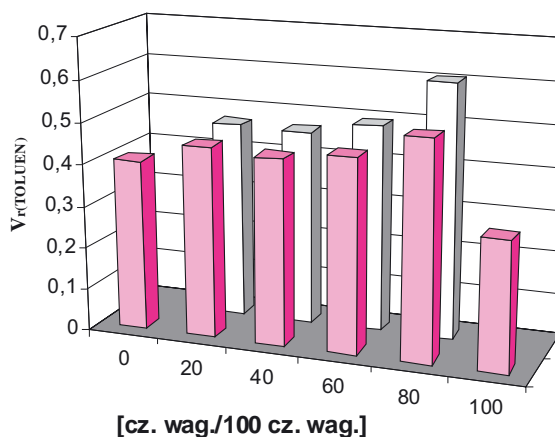
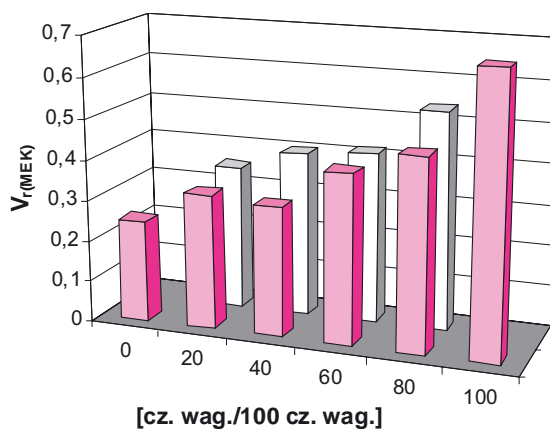
Drugi etap sporządzania niekonwencjonalnych mieszanin polegał na wprowadzeniu do nich nadtlenu kumylu (DCP) za pomocą walcarki (temperatura walców 25-30 °C).

Kinetykę sieciowania mieszanin badaliśmy za pomocą wulkametry WG-02 z oscylującym rotorem, zgodnie z PN-ISO 3417:1994. Próbki kompozycji do dalszych badań sporządzaliśmy metodą prasowania w metalowych formach pod ciśnieniem, w określonym czasie i temperaturze. Stopień usieciowania wytworzonych kompozycji ocenialiśmy na podstawie oznaczeń udziału kauczuku w spęcznianym żelu (V_r), w próbkach spęcznianych w wybranych rozpuszczalnikach oraz stałych elastyczności Mooneya-Rivlina ($2C_1$).

Właściwości mechaniczne przy rozciąganiu oznaczaliśmy zgodnie z normą PN-ISO 37:1998, natomiast morfologię kompozytów HNBR/XNBR analizowaliśmy na podstawie zdjęć AFM, wykorzystując aparat Metrology Series 2000 firmy Molecular Imaging, USA. Badania zostały wykonane w wariancie oscylacji – Cantilever (ramię z końcówką pomiarową), model NSC 16, producent: Mikro Masch, Estonia; parametry pomiaru: częstotliwość rezonansowa 170 kHz, stała sprężystości 40 N/m, częstotliwość skanowania 4 Hz. Wyniki wcześniejszych badań [7] upoważniają nas do wniosku, że nie ma jakościowo istotnych różnic w obrazie morfologii badanej metodą AFM lub ocenianej na podstawie badań metodą SEM.

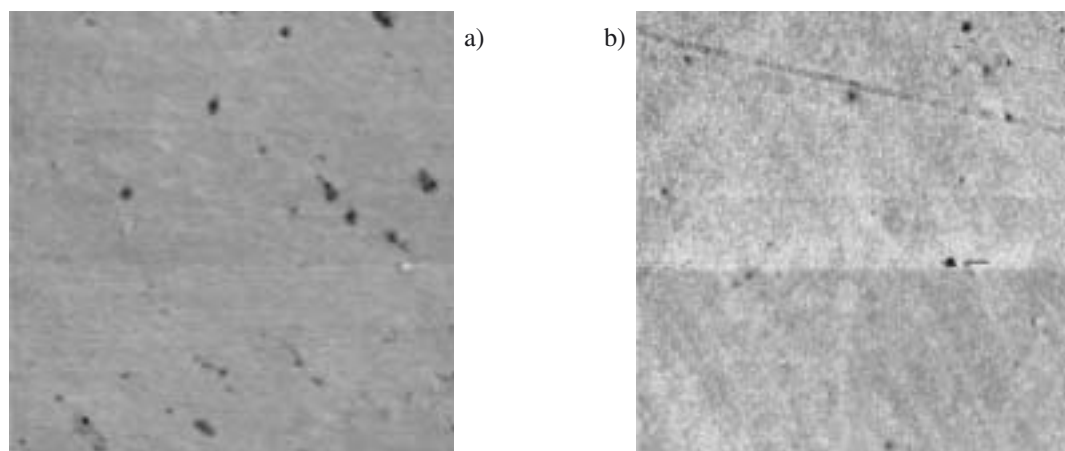
3. Wyniki badań i ich omówienie

W pierwszym etapie zbadaliśmy wpływ zawartości XNBR w mieszaninie z HNBR (od 20 do 80 cz.



Rys. 3. Wpływ zawartości XNBR w mieszaninie na stopień usieciowania $V_r(MEK)$ oraz $V_r(TOLUEN)$ sporządzonych dynamicznie (□) lub konwencjonalnie (■) kompozycji HNBR/XNBR/MgO; sieciowanie statyczne: 20 mmol DCP/100 g, $T = 423$ K, $t = 60$ min

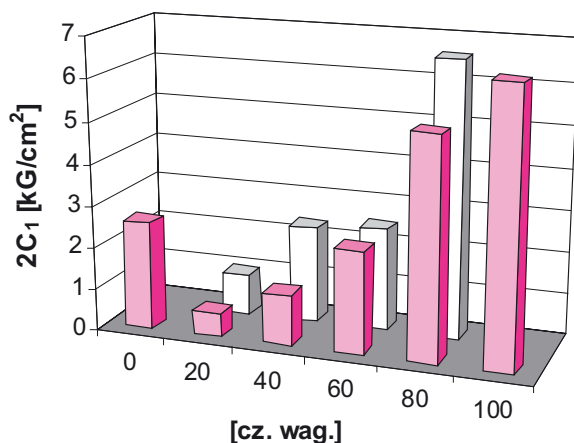
Fig. 3. Influence of XNBR amount in compound on curing degree ($V_r(MEK)$; $V_r(TOLUEN)$) of dynamically (□) or conventionally (■) prepared HNBR/XNBR/MgO blends; conventional curing with 20 mmol DCP/100 g rubber at 423 K for 60 min



Rys. 2. Zdjęcia AFM konwencjonalnie (a) lub dynamicznie (b) usieciowanych mieszanin HNBR/XNBR/MgO (proporcja kauczuków 80/20; 0,3 mol MgO/100 g XNBR); sieciowanie statyczne DCP w 423 K, $t = 60$ min; obszar zdjęcia 16×16 mikrometrów

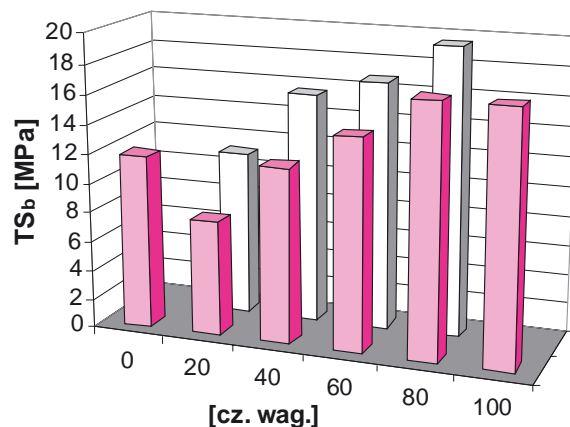
Fig. 2. AFM photographs of conventionally (a) and unconventionally (b) prepared HNBR/XNBR/MgO blends (elastomer ration in blends: 80/20 wt./wt.; 0,3 mol MgO/100 g XNBR); conventional curing with DCP at 423 K for 60 min; photos area 16×16 micrometers





Rys. 4. Wpływ zawartości XNBR w mieszaninie na stałą elastyczności $2C_1$ sporządzonych dynamicznie (□) lub konwencjonalnie (■) kompozycji HNBR/XNBR/MgO; sieciowanie statyczne: 20 mmol DCP/100 g w 423 K, $t = 60$ min

Fig. 4. Influence of XNBR amount in blends on Mooney-Rivlin elasticity constant $2C_1$ of dynamically (□) or conventionally (■) prepared HNBR/XNBR/MgO blends; conventional curing: 20 mmol DCP/100 g at 423 K for 60 min



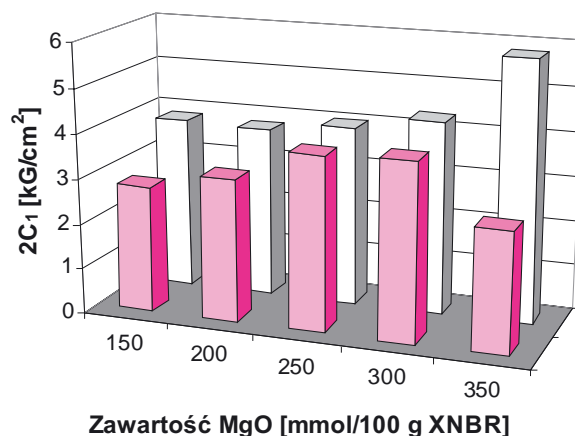
Rys. 5. Wpływ zawartości XNBR w mieszaninie na wytrzymałość na rozciąganie TS_b sporządzonych dynamicznie (□) lub konwencjonalnie (■) kompozycji HNBR/XNBR/MgO; sieciowanie statyczne: 20 mmol DCP/100 g, 423 K, $t = 60$ min

Fig. 5. Influence of XNBR amount in blends on tensile strength (TS_b) of dynamically (□) or conventionally (■) prepared HNBR/XNBR/MgO compounds; conventional curing: 20 mmol DCP/100 g at 423 K for 60 min

wag./100 cz. wag.; używane dalej cz. wag. oznaczają cz. wag./100 cz. wag.) usieciowanej dynamicznie MgO (0,3 mol/100 g XNBR), a następnie statycznie (20 mmol DCP/100 g kauczuków), tj. w warunkach braku przepływu sieciowanych elastomerów, na morfologię i wybrane właściwości kompozycji. Zgodnie z oczekiwaniami sieciowanie dynamiczne XNBR dyspergowanego podczas reaktywnego mieszania z HNBR powoduje zmianę morfologii układu z dwuciągłej konwencjonalnych mieszanin (rys. 2a) do układu o mieszanej morfologii, w znacznej części prętowej i kropelkowej, w kompozycjach wytworzonych metodą reaktywnego mieszania (rys. 2b), por. [8].

Wyniki oznaczeń pęcznienia równowagowego w 2-butanonie ($V_{I(MEK)}$) i w toluenie ($V_{I(TOLUEN)}$) oraz stałych elastyczności $2C_1$ Mooneya-Rivlina wskazują, że wzrost zawartości XNBR w usieciowanej dynamicznie mieszaninie zwiększa stopień jej usieciowania (rys. 3, 4). Można to wiązać z korzystnym wpływem mieszania XNBR z MgO na stopień selektywnego usieciowania tego elastomeru tlenkiem metalu oraz z innym typem dyspersji usieciowanego XNBR w mieszaninie sporządzonej metodą reaktywnego przetworstwa. Stwierdziliśmy również większą wytrzymałość na rozciąganie dynamicznie wytworzonych kompozycji w porównaniu z HNBR usieciowanym DCP oraz z produktami sieciowania mieszanin konwencjonalnych (rys. 5). Efekt wzmocnienia można wiązać z obecnością cząstek zdyspergowanego i usieciowanego selektywnie XNBR (zawierającego jonowe wiązania poprzeczne), pełniących rolę ziaren napelnacza, zwiększającego wartości zarówno $2C_1$, jak i TS_b .

Badając wpływ ilości MgO (150-350 mmol/100 g XNBR) – substancji sieciującej selektywnie XNBR



Rys. 6. Wpływ zawartości MgO użytego do selektywnego sieciowania XNBR na stałą elastyczności $2C_1$ sporządzonych dynamicznie (□) lub konwencjonalnie (■) mieszanin HNBR/XNBR (proporcja kauczuków: 20/80 wag.); sieciowanie statyczne: 14 mmol DCP/100 g, 423 K, $t = 60$ min

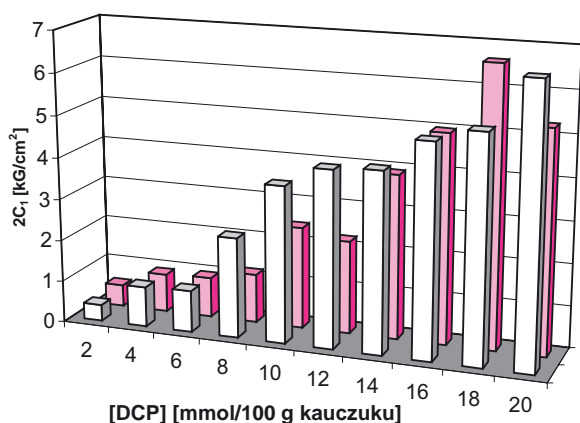
Fig. 6. Effect of MgO amount used as selective curing agent of XNBR on elasticity constant $2C_1$ of dynamically (□) or conventionally (■) prepared HNBR/XNBR compounds (20/80 wt./wt.); conventional curing: 14 mmol DCP/100 g at 423 K for 60 min

podczas reaktywnego mieszania – na właściwości produktów wytworzonych konwencjonalnie lub dynamicznie stwierdziliśmy, że stopień usieciowania badanych kompozycji (XNBR/HNBR = 20/80 wag.) rośnie z ilością MgO zastosowanego do selektywnego sieciowania XNBR. Koreluje to z wynikami naszych badań wpływu ilości MgO na sieciowanie i właściwości statycznie sieciowanego XNBR [9].





Stwierdzony wyraźnie większy stopień usieciowania kompozycji sporządzonych metodą reaktywnego przetworstwa (rys. 6) można wiązać z korzystnym wpływem reaktywnego mieszania XNBR na ciągłe odnawianie powierzchni kontaktu z dyspergowanym reaktywnym MgO. Sprzyja to lepszemu wykorzystaniu tlenu do reakcji z grupami karboksylowymi XNBR, a tym samym do wzrostu stopnia usieciowania zarówno XNBR, jak i kompozycji.



Rys. 7. Wpływ ilości DCP (2-20 mmol/100 g kauczuku) użytego do statycznego sieciowania elastomerów ($T = 423\text{ K}$, $t = 60\text{ min}$) na stałą elastyczności $2C_1$ dynamicznie (\square) lub konwencjonalnie (\blacksquare) sporządzonych mieszanin XNBR/HNBR (20/80 wag.) zawierających 300 mmol MgO/100 g XNBR

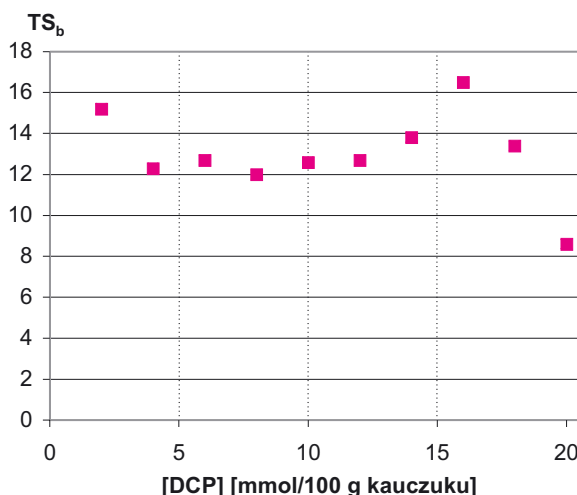
Fig. 7. Influence of DCP amount (2-20 mmol/100 g rubber) used as curing agent in conventional curing (at 423 K for 60 min) on elasticity constants $2C_1$ of dynamically (\square) or conventionally (\blacksquare) prepared XNBR/HNBR blends (20/80 wt./wt.) containing 300 mmol MgO/100 g XNBR

Zbadaliśmy również wpływ ilości nadtlenu kumylu, wprowadzonego za pomocą walcarki i zastosowanego do statycznego sieciowania mieszanin elastomerów, na właściwości usieciowanych kompozycji HNBR/XNBR/MgO/DCP. Zgodnie z oczekiwaniami i wynikami wcześniejszych badań sieciowania HNBR za pomocą DCP lub nadtlenu benzoilu (DBP) [5, 10] zastosowanie większych ilości nadtlenu do statycznego sieciowania mieszanin powinno doprowadzić do produktów o większej gęstości sieci przestrzennych. Wniosek ten potwierdzają wyniki oznaczeń stałych elastyczności $2C_1$ (rys. 7). Warto podkreślić, że przy średniej zawartości DCP jako substancji sieciującej oba elastomery, stopień usieciowania nadtlaniem kompozycji sporządzonych metodą reaktywnego mieszania jest wyraźnie większy niż sporządzonych w sposób konwencjonalny.

Na uwagę zasługuje również wytrzymałość na rozciąganie kompozycji sporządzonych metodą reaktywnego mieszania (rys. 8). Jest ona w przybliżeniu stała w szerokim zakresie ilości DCP użytego do statyczne-

go sieciowania, a zatem w szerokim zakresie gęstości sieci kompozycji. Zachowanie takie jest odmienne niż elastomerów sieciowanych konwencjonalnie nadtlakami. Można je wiązać z moderującym wpływem zdyspergowanych i usieciowanych ziaren XNBR na rozpraszanie i relaksację lokalnych naprężeń.

Warto podkreślić, że wytworzone dynamicznie kompozyty HNBR/XNBR (proporcja kauczuków np. 80/20 wagowo, sieciowanie dynamiczne: 300 mmol MgO/100 g XNBR, sieciowanie statyczne: 14 mmol DCP/100 g mieszaniny kauczuków) charakteryzują się wyraźnie mniejszą wartością pęcznienia równowagowego w niepolarnym heksanie, równą $Q_v = 0,11\text{ ml/ml}$, podczas gdy pęcznienie kompozycji sporządzonej w sposób konwencjonalny wynosi $Q_v = 0,13\text{ ml/ml}$, a do wytworzenia usieciowanego HNBR o takim samym (0,11 ml/ml) pęcznieniu w heksanie konieczne jest zastosowanie znacznie większej ilości DCP, równej 20 mmol/100 g HNBR. Oznacza to, że reaktywne przetworstwo mieszanin HNBR/XNBR umożliwia wytworzenie kompozycji o właściwościach jak usieciowany



Rys. 8. Wpływ ilości DCP użytego do statycznego sieciowania elastomerów na wytrzymałość na rozciąganie TS_b dynamicznie sporządzonych mieszanin XNBR/HNBR (20/80 mas.; sieciowanie dynamiczne 300 mmola MgO/100 g XNBR), sieciowanie statyczne w $T = 423\text{ K}$, $t = 60\text{ min}$

Fig. 8. Effect of DCP amount used for conventional curing of blend (at 423 K for 60 min) on tensile strength TS_b of dynamically prepared XNBR/HNBR compound (20/80 wt./wt.; dynamic curing with 300 mmol MgO/100 g XNBR)

HNBR, ale wyraźnie od nich tańszych i o lepszej odporności na działanie niepolarnych rozpuszczalników. Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że zarówno faza rozproszona (XNBR), jak i faza ciągła (HNBR), a także warunki sporządzania i sieciowania mikroniejednorodnych mieszanin tych elastomerów decydują o cechach użytkowych wytworzonych kompozycji.





4. Podsumowanie

Przedstawione wyniki badań świadczą, że właściwości mikroniejednorodnych mieszanin XNBR/HNBR zależą od sposobu przygotowania kompozycji (metodą reaktywnego mieszania lub konwencjonalnie) oraz stopnia selektywnego usieciowania XNBR za pomocą MgO. Na właściwości sporządzanych dynamicznie lub konwencjonalnie kompozycji w istotny sposób wpływa ilość XNBR zdyspergowanego w HNBR oraz stopień selektywnego usieciowania zdyspergowanego XNBR za pomocą tlenku metalu. Mniej istotny jest natomiast wpływ stopnia statycznego usieciowania całej kompozycji za pomocą nadtlenu w obecności MgO. Kompozyty wytworzone metodą reaktywnego przetworstwa charakteryzują się wyższym stopniem usieciowania i większą wytrzymałością na rozciąganie, natomiast mniejszym pęcznieniem w niepolarnym rozpuszczalniku niż produkty usieciowania konwencjonalnie sporządzonych mieszanin. Dodatkową zaletą wytwarzanych dynamicznie kompozycji jest zbliżona wytrzymałość na rozciąganie w szerokim przedziale gęstości sieci.

Literatura

1. Beniska J., Kisela G., Rosner P.: *Polimery* 1985, **30**, 432
2. Rzymiski W. M., Radusch H. J.: *Polimery* 2002, **47**, 229
3. Rzymiski W. M., Radusch H. J.: *Elastomery* 2001, **5**(2), 19
4. Rzymiski W. M., Radusch H. J.: *Elastomery* 2001, **5**(3), 3
5. Rzymiski W. M., Srogosz A.: *Elastomery* 1996, **1**(1), 11
6. Rzymiski W. M., Koziół M.: *Kohäsionseigenschaften von karboxylierten Nitrilkautschuken*, Intern. Conf. „Polymerwerkstoffe'2006”, Halle 2006, P-62
7. Rzymiski W. M., Wolska B.: *Polimery* 2003, **48**, 520
8. Bociąg K., Rzymiski W. M.: *Polimery*, wysłano do druku
9. Koziół M., Rzymiski W. M., Maćkowska A.: *e-Polymers P-011 [2006]*, 1-8
10. Bik J., K., Rzymiski W. M., Wojtyra K. w: Steller R., Zuchowska D. (red.): *Modyfikacja Polimerów 2005*, Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005, str. 25-28

Komunikat 1

INSTYTUT INŻYNIERII MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH I BARWNIKÓW ODDZIAŁ ZAMIEJSCOWY KAUCZUKÓW I TWORZYW WINYLOWYCH w OŚWIĘCIMIU

zaprasza do wzięcia udziału w IX Konferencji Naukowo-Technicznej

Otrzymywanie, zastosowanie i analiza wodnych dyspersji i roztworów polimerów

która odbędzie się w dniach 23-24 października 2008 r.

Tematyka Konferencji obejmuje:

- Nowe możliwości i technologie w zakresie otrzymywania i zastosowania:
 - dyspersji i roztworów polimerów i kopolimerów winylowych,
 - lateksów kauczukowych,
 - żywic polimerowych,
 - farb, lakierów, klejów i tynków
 - impregnatów do włóknin, tkanin, papieru, skóry.
- Materiały polimerowe dla budownictwa, włókiennictwa i motoryzacji.
- Metody badań i analiz materiałów polimerowych.
- Środki pomocnicze do syntezy dyspersji, żywic i lateksów.

Dodatkowe informacje będą zamieszczone na stronach internetowych:

www.ozo.oswiecim.pl oraz www.impib.pl

