

ORLIŃSKI Stanisław, ORLIŃSKA Marta

WPLYW MODYFIKACJI REGENERATU I ŚCIERU GUMOWEGO ZE ZUŻYTYCH OPON SAMOCHODOWYCH NA WŁAŚCIWOŚCI MIESZANEK GUMOWYCH

Streszczenie

W artykule przedstawiono analizę wykorzystania regeneratu i ścieru gumowego otrzymanego ze zużytych opon samochodowych metodą recyklingu materiałowego jako dodatku do mieszanek gumowych polepszających ich właściwości fizyko-mechaniczne.

Na podstawie przeprowadzonych badań fizyko-mechanicznych oraz ich analizy można stwierdzić, że ścier gumowy jest dobrym modyfikatorem mieszanek gumowych podnoszących ich twardość i ścieralność. Poprzez podniesienie twardości i ścieralności mieszanki gumowe mogą być wykorzystywane w gospodarce jako dodatki do asfaltów, nawierzchnie placów zabaw, boisk sportowych a także wykładziny dźwiękochłonne i amortyzujące uderzenia.

WSTĘP

Opony samochodowe posiadają konstrukcyjne cechy, które określają ich walory użytkowe tj. odporność na uszkodzenia mechaniczne oraz na działanie zewnętrznych warunków panujących na drogach. Cechy te są jednocześnie odpowiedzialne są za trudności i problemy związane z ich zagospodarowaniem po zakończeniu procesu użytkowania [1].

W krajach Unii Europejskiej, co roku pojawia się ponad 3mln ton zużytych opon. Ponad 130 tysięcy ton pochodzi z Polski. Zużyte opony są jednym z tych rodzajów odpadów, który w największym stopniu obciąża środowisko naturalne i stanowi ogromny problem. Powodem jest ich duża objętość opon oraz ich trwałość, ponieważ zużyte opony ulegają samoistnemu rozkładowi około 100 lat. Składowanie opon wymaga zajęcia dużej przestrzeni na specjalnie przygotowanym terenie. Odpady te nie powinny być składowane na składowiskach i to zarówno w postaci całych opon, jak i w formie rozdrobnionej. Na ponowne wykorzystanie zużytych opon istnieje wiele metod ich zagospodarowania, które pokazano na rys.1.

W 2010 roku w Polsce większość zużytych opon tj. około 73% podlegało odzyskowi energetycznemu, jedynie około 21% było poddane recyklingowi materiałowemu [8].

W większości krajów europejskich przyjęto zasadę odpowiedzialności producentów opon za ich zagospodarowanie po wycofaniu z użycia. Ustawa produktowa nakłada na wprowadzających nowe opony na rynek obowiązek odzysku 75% masy sprzedanych opon.

Odpadowe elementy gumowe z SWE (samochodów wycofanych z eksploatacji) stanowią tylko 7% całej masy samochodu, mimo to spełniają jednak bardzo ważną funkcję w celu ich dalszego zagospodarowania. Zapewniają uszczelnianie karoserii (okna, drzwi), absorbowanie energii (amortyzatory i elementy zawieszenia), zapewniają przepływ cieczy i gazów (węże, przewody) [4].

Metody wykorzystania wyeksploatowanych opon :

- 1) bieżnikowanie opon
- 2) rozdrabnianie opon
- 3) wytwarzanie regeneratu
- 4) piroliza
- 5) spalanie w celu odzysku energii cieplnej
- 6) wytwarzanie proszku gumowego
- 7) produkcja destruktu gumowego
- 8) wykorzystanie zużytych opon w całości



Rys. 1. Metody wykorzystania wyeksploatowanych opon samochodowych

Źródło: [8]

CEL BADAŃ

Celem badań było określenie wpływu dodatku miazgi gumowej otrzymanego ze wyeksploatowanych opon samochodowych do regeneratu gumowego polepszającego wybrane właściwości fizyko-mechaniczne kompozycji mieszanek gumowych wykorzystywanych w różnych gałęziach gospodarki narodowej.

1. CHARAKTERYSTYKA RECYKLINGU MATERIAŁOWEGO ZUŻYTYCH OPON SAMOCHODOWYCH

Recykling opon można podzielić na trzy grupy [4]:

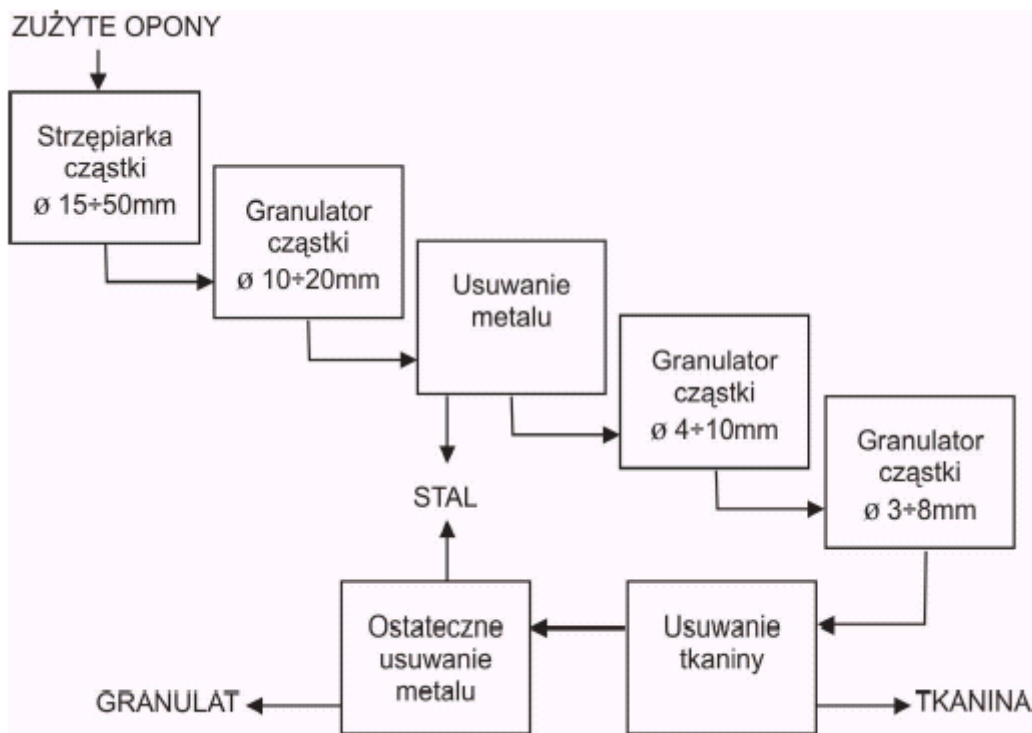
- proces regeneracji opon,
- recykling materiałowy,
- recykling energetyczny.

Recykling materiałowy wymaga odzyskania z opon składników, które posłużyły do ich produkcji. W pierwszej fazie należy, więc opony pociąć i rozdrobnić.

Obecnie stosuje się następujące metody rozdrabniania opon [5]:

- metoda mechaniczna poprzez cięcie i rozcieranie opon w specjalnych urządzeniach zwanych strzeżarkami,
- technologia kriogeniczna przeprowadzana z wykorzystaniem ciekłego azotu polega na zamrożeniu opony, a następnie rozdrobieniu jej w młynach młotkowych.
- metoda ścierania, jest ona związana najczęściej z procesem regeneracji opon, jej produktem jest ścier gumowy, który powstaje w wyniku obróbki mechanicznej powierzchni opony, celem przygotowania jej do procesu bieżnikowania.

W Polsce powszechnie stosowaną metodą dla potrzeb recyklingu materiałowego zużytych opon jest mechaniczna metoda rozdrabniania w temperaturze otoczenia (Rys.2).



Rys.2. Schemat linii do rozdrabniania w temperaturze otoczenia

Źródło: [7]

Wstępnie pocięte opony rozdrabnia się w młynach lub miele na walcarkach. Rozdrabnianie jest utrudnione ze względu na dużą elastyczność gumy, dlatego też stosuje się specjalne noże oraz tarcze rozcierające. W I etapie tej operacji następuje cięcie i szarpanie, w wyniku, czego uzyskuje się kawałki wielkości kilkunastu centymetrów, które dalej transportuje się do następnych maszyn, gdzie następuje dalsze cięcie i rozcieranie.

Miał otrzymany tą metodą ma rozwiniętą i postrzępioną powierzchnię oraz nieregularny kształt. W metodzie tej występuje duże zużycie energii, noży, trzeba stosować elektromagnesy w celu usunięcia kawałków metalu. W celu usunięcia włókien kordu tekstylnego stosuje się separację pneumatyczną [5].

W zależności od wielkości kawałków rozdrobnionej gumy powstają następujące rodzaje surowca do dalszego zagospodarowania (recyklingu) [2, 3]:

- strzępy (40-300 mm),
- czipsy (10-40 mm),
- ścier (0-40 mm),
- granulaty (1-10 mm),
- miał (0-1 mm).

Strzępy i czipsy stosowane są jako wypełniacze w elementach konstrukcyjnych budowli. Guma o takim stopniu rozdrobnienia ze względu na dobre właściwości izolacyjne, akustyczne, termiczne, wodoodporność, wykorzystywana jest przy budowie dróg, mostów, tuneli. Może być również stosowana do wytwarzania nawierzchni placów, boisk, mat izolacyjnych. Takie właśnie ich wykorzystanie spowodowane jest dobrymi właściwościami izolacyjnymi i termicznymi oraz wodoodpornością.

Natomiast granulaty i ścier gumowy znakomicie nadaje się do wytwarzania nawierzchni placów zabaw, boisk, mat izolacyjnych np. w ekranach dźwiękochłonnych. Surowiec ten stosuje się także w ogrodnictwie jako torf syntetyczny.

Miał jest dodawany do mieszanek gumowych, z których produkuje się nowe wyroby np. opony przemysłowe, wykładziny podłogowe, wycieraczki, maty, dywaniki samochodowe i tym podobne. Miał gumowy stosowany jest również do asfaltu przy budowie dróg. Miał stosuje się jako dodatek do mieszanek gumowych, z których powstają nowe wyroby [3]:

- opony wolnobieżne,
- wycieraczki,
- maty,
- dywaniki samochodowe,
- wycieraczki,
- wykładziny podłogowe,
- pachółki drogowe,
- pokrycia dachowe,
- coraz częściej miał gumowy dodaje się do asfaltu przy budowie dróg.

Ze zmielonego kordu zużytych opon otrzymuje się sorbent, preparat przeznaczony do likwidacji rozlewisk oleju i substancji ropopochodnych, unoszących się na powierzchni wody i rozlewów na podłożu twardym. Innym materiałem jest regenerat, uzyskiwany ze zużytej gumy z opon samochodów, który może być stosowany jako składnik mieszanki gumowej (substytut kauczuku), a następnie formowany i powtórnie wulkanizowany [6]

2. METODYKA BADAŃ

Skład mieszanki gumowej zastosowanej w badaniach przedstawiono w tabeli 1. Mieszanka gumowa została wyprodukowana przez Zakłady Przemysłu Gumowego w Ostrowcu. Ścier gumowy został otrzymany ze zużytych opon w Zakładach „Stomil” w Wolbromiu.

Tab. 1. Skład mieszanki gumowej M-1 [3]

L.p.	Właściwości	Jednostki	Wartość
1	kauczuk naturalny KRSS	%	50
2	kauczuk butadienowo-styrenowy KER 1502	%	50
3	napełniacze (sadza kaolin, kreda)	%	100

Badania wykonano w celu określenia wpływu dodatku ścieru gumowego do mieszanki gumowej na właściwości fizyko-mechaniczne badanych kompozycji. Kompozycje mieszanek gumowych wykonano na walcach w Chemiczno Wytwórczej Spółdzielni Pracy „SPOIWO” w Radomiu. W laboratorium Spółdzielni SPOIWO określono początek wulkanizacji i wykonano pomiar twardości próbek przed i po wulkanizacji, oraz gęstość po wulkanizacji. Badania wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenie względne wykonano w Katedrze Technologii Materiałów Organicznych, Zakład Chemii i Technologii Polimerów.

Dla wszystkich kompozycji wykonano następujące badania [3]:

- wydłużenie względne przy zerwaniu,
- twardość Shore,a A po wulkanizacji,
- gęstość.

3. TABELARYCZNE I GRAFICZNE PORÓWNANIE WYNIKÓW BADAŃ

Wyniki badań właściwości fizyko-chemicznych badanych kompozycji przedstawiono w tabeli 2

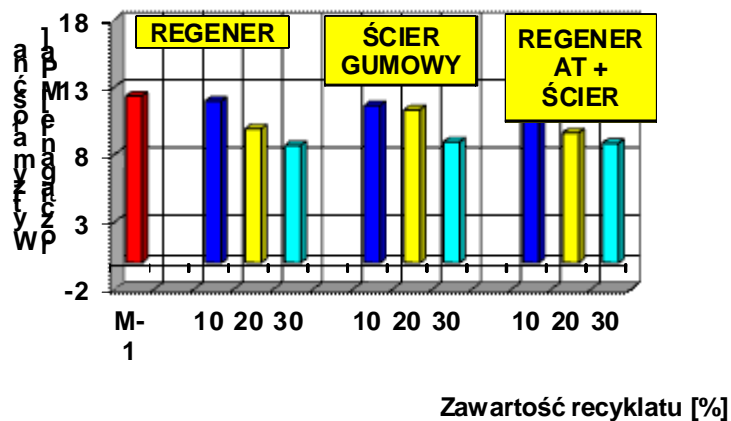
Tab. 2. Wpływ modyfikacji regeneratu i ścieru gumowego na właściwości fizyko-mechaniczne mieszanki gumowej

L.p.	Badane Właściwości	Mieszanka M-1	Rodzaj i ilość dodawanego recyklatu w % wag.								
			Regenerat			Scier gumowy			Regenerat + Scier gumowy (1:1)		
			10	20	30	10	20	30	20	40	60
1	Wytrzymałość na rozciąganie [MPa]	12,34	11,97	9,92	8,68	11,63	11,32	8,95	10,95	9,62	8,85
2	Wydłużenie względne przy zerwaniu [%]	140,00	181,00	191,33	185,67	197,67	198,00	150,33	170,00	217,00	216,33
3	Twardość przed wulkanizacją [°Sh A]	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
4	Początek wulkanizacji [s]	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
5	Twardość po wulkanizacji [°Sh A]	87	84	80	78	83	83	83	83	80	75
6	Gęstość [g/cm ³]	1,327	1,320	1,323	1,324	1,289	1,291	1,294	1,292	1,289	1,291

Źródło: [3]

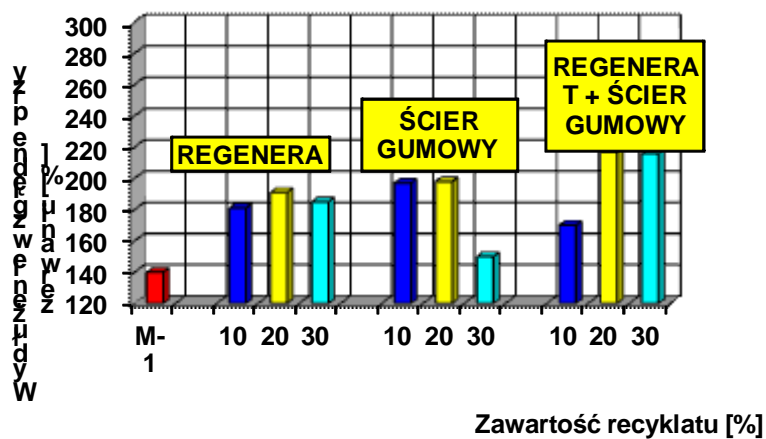
Graficzne porównanie wyników badań

Na rys. 3. pokazano zbiorcze porównanie wpływu modyfikacji mieszanki M-1 na wytrzymałość na rozciąganie, rys.4 wpływ modyfikacji mieszanki M-1 na wydłużenie względne przy zerwaniu, rys.5 wpływ modyfikacji mieszanki M-1 na twardość po wulkanizacji, zaś na rys.6 wpływ modyfikacji mieszanki M-1 na gęstość.



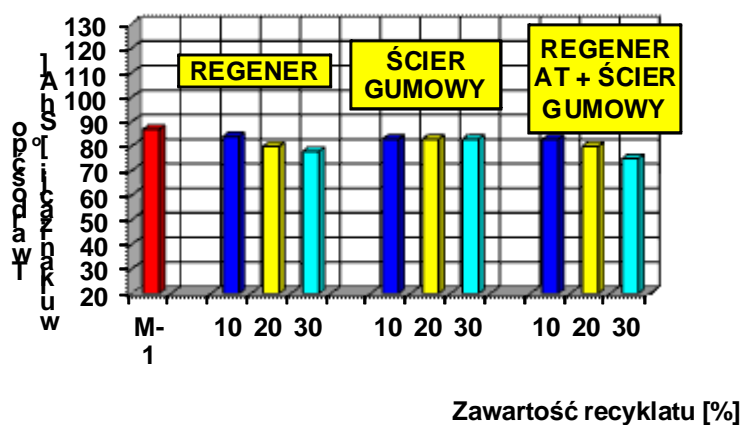
Rys. 3. Wpływ modyfikacji mieszanki M-1 na wytrzymałość na rozciąganie

Źródło: [Wyk. autorów]



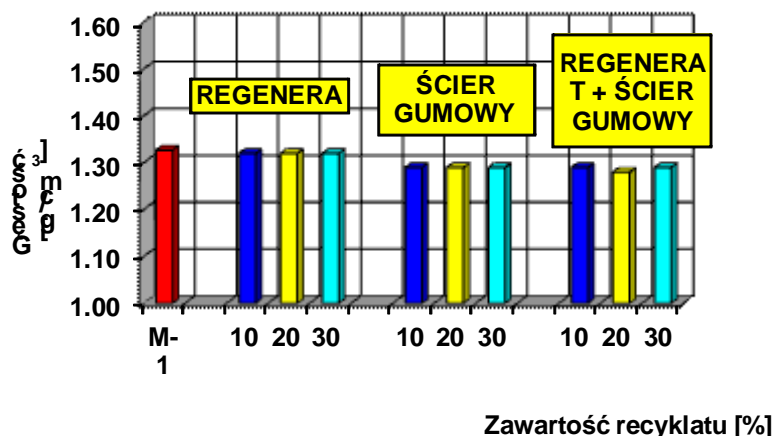
Rys. 4. Wpływ modyfikacji mieszanki M-1 na wydłużenie względne przy zerwaniu

Źródło: [Wyk. autorów]



Rys. 5. Wpływ modyfikacji mieszanki M-1 na twardość po wulkanizacji

Źródło: [Wyk. autorów]



Rys. 6. Wpływ modyfikacji mieszanki M-1 na gęstość

Źródło: [Wyk. autorów]

WNIOSKI I SPOSTRZEŻENIA

Na podstawie dokonanej analizy wyników badań proponuje się następujące wnioski i spostrzeżenia.

Wnioski

Wnioski dotyczące badań wpływu zastosowania recyklatu i ścieru gumowego na właściwości fizyko-mechaniczne kompozycji na bazie mieszanki gumowej M-1:

- wytrzymałość na rozciąganie zmniejsza się stopniowo w zbliżonym stopniu zarówno po dodaniu regeneratu, ścieru jak i regeneratu i ścieru,
- wydłużenie względne przy zerwaniu po dodaniu recyklatów zwiększa się i jest większe niż czystej gumy, najbardziej przy dodaniu regeneratu i ścieru łącznie,
- twardość przed wulkanizacją nie zmienia się, zaś po wulkanizacji twardość zmniejsza się stopniowo, ale w znacznym stopniu do 15% zarówno po dodaniu regeneratu jak i regeneratu i ścieru,
- gęstość kompozycji z regeneratem jest nieznacznie niższa niż czystej gumy,
- dodatek ścieru oraz regeneratu i ścieru powoduje znaczny spadek gęstości.

Spostrzeżenia

Badania wykazały, że możliwe jest wykorzystanie materiałów gumowych ze zużytych opon samochodowych jako dodatku do mieszanek gumowych. Na podstawie przeprowadzonych badań wpływu wybranych recyklatów tj. regeneratu gumowego i ścieru gumowego na właściwości mieszanek gumowych można stwierdzić, że regenerat i ścier gumowy jest bardzo dobrym modyfikatorem do mieszanek gumowych podnoszących ich twardość. Oba recyklaty zwiększają elastyczność kompozycji gumowych przy małym spadku parametrów wytrzymałościowych. Należy przy tym zaznaczyć, że wytrzymałość na rozciąganie kompozycji wprawdzie trochę uległa obniżeniu, ale jest nadal wysoka. Jednocześnie należy stwierdzić, że nie jest celowe modyfikowanie mieszanek o niższej twardości recyklatem zawierającym jednocześnie regenerat i ścier gumowy.

Celowe jest, więc poszukiwanie materiałochłonnych zastosowań dla miazgi, granulatu i ścieru gumowego. Ważnym, bardziej materiałochłonnym zastosowaniem ścieru gumowego może być drogownictwo budowa nawierzchni bitumicznych oraz nawierzchni placów boisk szkolnych i sportowych. Modyfikacja asfaltu gumą może być stosunkowo łatwo wdrożona w przedsiębiorstwie drogowym. Nowe rozwiązania technologiczne nowe materiały uzyskiwane ze zużytych opon samochodowych otwierają nowe możliwości innowacyjnych rozwiązań

technicznych, ale i ekologicznych w budownictwie drogowym. Możliwości znacznej poprawy trwałości nawierzchni drogowej i zmniejszenia hałaśliwości ruchu pojazdów stanowią zachętę do ich wdrażania.

BIBLIOGRAFIA

1. Horodecka R., Kalabińska M., Piłat J., Radziszewski P., Sybilski D., Wykorzystanie zużytych opon samochodowych w budownictwie drogowym. IBDiM, Warszawa, 2002.
2. Lipski R.: Recykling elementów polimerowych w procesie złomowania samochodów. III Konferencja Naukowa pod patronatem JM Rektora Politechniki Wrocławskiej, Recykling Tworzyw Sztucznych, Instytut Materiałoznawstwa i Mechaniki Technicznej, 17-20, 09. 02, Czechy Jeseník.
3. Lipski R., Zaborowski J.: Zagospodarowanie odpadowego ścieru gumowego z wyeksploatowanych opon samochodowych. AUTOBUSY Nr 3, Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, 3/2013, ISSN 1509-5678.
4. Merkisz-Guranowska A.: Aspekty rozwoju recyklingu w Polsce. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom, 2005.
5. Merkisz – Guranowska A., Recykling samochodów w Polsce. Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań - Radom 2007.
6. Parasiewicz W.: Guma w samochodach. Recykling, 11(59), 2005.
7. Formela K., Stankiewicz P., Kołacka K., Piszczyk Ł., Haponiuk J., Wpływ warunków przetwórstwa oraz dewulkanizacji na kompatybilność i właściwości kompozycji LDPE-miał gumowy, Przem. Chem., w druku.
8. Internet: <http://www.recykling.epage.pl/recykling/index.html>.2013.

INFLUENCE OF THE REGENERATION AND OF RAGS RUBBER FROM WORN OUT CAR TYRES ON THE PROPERTY OF RUBBER BLENDS

Abstract

In the article analysis of using was described regenerate and rags rubber obtained from worn out car tyres with method of the material recycling as the addition to blends rubber of properties ameliorating them physico-mechanical.

Of examinations on the base carried out physico-mechanical and it is possible to state their analyses, as of rags rubber a hardness and an abrasion are a good modifier of rubber blends picking them up. Through raising the hardness and the abrasion of blend rubber can be used in the economy as additions to asphalt, surfaces of playgrounds, sports courts as well as soundproof padding and cushioning blows.

Autorzy:

dr inż. Stanisław ORLIŃSKI, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny, Wydział Mechaniczny, Radom

mgr inż. Marta ORLIŃSKA, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny, Wydział Transportu i Elektrotechniki, Radom