



## Możliwości wykorzystania całych używanych opon

*Januszewicz K., Melaniuk M., Ryms M., Klugmann- Radziemska E.*

*Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny*

*ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk (Polska)*

*tel., fax: +48 58 347 18 74, e-mail: ewa.klugmann-radziemska@pg.gda.pl*

---

### Streszczenie

Nieustannie rosnący popyt na wszelkiego typu pojazdy samochodowe i regularna wymiana opon przez użytkowników powodują ciągły wzrost liczby zużytych opon, które wymagają zagospodarowania. Należy zaznaczyć, iż opony, które mogą być poddane bieżnikowaniu nie stanowią odpadu w świetle prawa europejskiego. W artykule przedstawiono możliwości wykorzystania całych używanych opon poprzez bieżnikowanie oraz recykling produktowy. Zaletą wymienionych sposobów zagospodarowania opon jest to, iż nie wymagają uprzedniej obróbki ani rozdrobnienia gumy i związanych z tym nakładów finansowych. Recykling produktowy pozwala zastosować całe zużyte opony w budownictwie lądowym, morskim czy inżynierii środowiska przy niewielkich kosztach na wykonanie danych konstrukcji. Z kolei bieżnikowanie opon wydłuża okres użytkowania produktu, tym samym ograniczając zużycie surowców. Obydwie metody zagospodarowania opon są ekonomiczne, bezodpadowe, a ponadto nie zanieczyszczają środowiska.

### Abstract

#### Possibilities of utilizing used tires in whole

Continuously growing demand for all kinds of vehicles and general tendency to regular exchange of tires are causing growth of scrap tires which need management. It is worth noticing that tires which have been intended for retreading are not classified as waste by EU law. Possibilities of utilizing whole tires have been presented in the article. There have been described retreading process and product recycling in detail. The main advantage of mentioned methods is that they do not require previous treatment or grinding therefore all costs connected with these processes are eliminated. Product recycling consists in using of scrap tires for civil and environmental engineering. Retreading process enables to increase maximally service life of tire thereby it limits consumption of raw materials. Both discussed methods are profitable, lead to dispose of scrap tires, do not generate any waste and are the most environment friendly of all recycling procedures.

---

## 1. Wstęp

Problem zagospodarowania zużytych opon od lat jest rozwiązywany na szereg sposobów. Do głównych metod utylizacji opon zaliczyć możemy bieżnikowanie, recykling materiałowy oraz recykling energetyczny. Ponieważ w ciągu ostatnich lat ilość zużytych opon wzrasta wraz z rosnącą liczbą samochodów, koniecznym staje się doskonalenie istniejących oraz wdrażanie nowych metod zagospodarowania zużytych opon. Obecnie na świecie w praktyce stosowanych jest zaledwie kilka metod zagospodarowania zużytych opon. W poniższym artykule szczegółowo omówione zostaną dwie z nich: metoda zagospodarowania odpadu poprzez wykorzystanie go w całości, czyli recykling materiałowy oraz proces przywracający oponom ich pierwotne własności, czyli bieżnikowanie. Obydwa sposoby charakteryzują się stosunkowo niewielką ingerencją w strukturę materiału tak, więc koszty tych metod są niewysokie. Ponadto guma nie ulega procesowi dewulkanizacji, jedynie w niezmienionej formie jest stosowana ponownie, co również obniża koszty. Opisanie poniżej metody utylizacji zużytych opon są jednymi z najprostszymi, ponieważ wykorzystanie opon w całości nie wymaga użycia specjalistycznego sprzętu, polega jedynie na zagospodarowaniu odpadu, natomiast bieżnikowanie poprzez dobrze znany proces wulkanizacji nowego bieżnika nieskomplikowany proces wydłuża okres użytkowania opony, tym samym zmniejszając ilości powstających odpadów.

Warto również podkreślić, iż wszelkie sposoby stanowiące alternatywę dla gromadzenia zużytych opon na składowiskach, prowadzące do likwidacji składowisk zużytych opon, a także zapobiegające ich tworzeniu się są warte naszej uwagi. Składowanie opon, które od roku 2003 jest w Polsce nielegalne, wiąże się z ogromnym ryzykiem samozapłonu. Gaszenie tego typu pożarów jest trudne, czasem niemożliwe i pociąga za sobą ogromne straty materialne, a przede wszystkim ekologiczne. Pożar zużytych opon powoduje degradację gleby oraz ogromne zanieczyszczenie powietrza.

## 2. Recykling produktowy.

Recykling produktowy polega na ponownym wykorzystaniu materiału, z którego zbudowana jest opona. Zużyte opony stanowią surowiec do tworzenia nowych produktów [2]. Produkty tworzone z odpadu wykorzystują takie cechy opon jak ich kształt, zdolność do tłumienia hałasu, wstrząsów i uderzeń, ich charakterystykę materiałową, jak również elastyczność i fakt, iż boki opony są wzmocnione kordem stalowym, co zwiększa ich wytrzymałość [3]. Ponadto recykling produktowy pozwala na ponowne wykorzystanie zużytych opon w celach innych niż dotychczas. Zagospodarowanie całych zużytych opon jest najprostszym i najtańszym rodzajem recyklingu materiałowego, nie wymaga obróbki materiału i możliwe jest praktycznie bezpośrednio wykorzystanie zużytej opony. Poniżej przedstawione zostały różne zastosowania całych zużytych opon.

Opony w całości wykorzystuje się [2, 5]:

- do ochrony wybrzeży i brzegów rzek,
- do budowy falochronów i barier erozyjnych,
- do tworzenia sztucznych raf,
- w budownictwie,

- jako bariery dźwiękochłonne,
- jako odbojniki na nabrzeżach portów,
- jako izolacje fundamentów budowlanych,
- jako materiał do podłoża dróg,
- jako materiał na maty, płytki podłogowe, zderzaki w dokach, wiszące ekrany do tłumienia hałasu, podstawki klinowe, wkładki hamulcowe i inne,
- w systemach irygacyjnych, jako zbiorniki i kanały wodne,
- do budowy membran i warstw drenujących,
- do wzmacniania poboczy dróg górskich.

Wykorzystanie całych zużytych opon do budowy nasypów skutkuje lepszą filtracją wody w nasypie, większą odpornością na mroz, ponadto tak skonstruowany nasyp jest lżejszy i możliwe jest stosowanie go na podłożu torfowym [4].

W Centralnym laboratorium Dróg i Mostów we Francji opracowany został materiał składający się z całych i częściowo pociętych opon samochodów ciężarowych i autobusów, usunięte są z nich obydwie boki, a następnie wypełnione zostają ziemią lub żużlem. Materiał o nazwie Pneusol (Tyresoil) ma potencjalnie szerokie zastosowanie, (obecnie wykorzystywany jest jednak w niewielkim stopniu) m.in. jako:

- konstrukcje chroniące przed upadkiem kamiennych bloków,
- rampy wyjściowe z brzegów dla opancerzonych amfibii,
- konstrukcje sztucznych skał- strefy spokoju dla ryb,
- ochrona przed erozją,
- ochrona zboczy i stromych brzegów,
- elementy umożliwiające rozkład naprężeń nad przewodami znajdującymi się pod ziemią.

Ponadto warto podkreślić takie zalety Pneusolu jak: ekonomiczność, konkurencyjność cen w porównaniu do tradycyjnych materiałów, łatwość w zastosowaniu oraz fakt, iż pozwala na wykorzystanie zużytych opon nienadających się do bieżnikowania [1].

Ten ciekawy sposób zagospodarowania zużytych opon został wykorzystany na wyspie Reunion. Wyspa ta ze względu na panujący na niej klimat narażona jest na wzmożone procesy erozyjne. W związku z tym budowa dróg oraz utrzymanie ich w dobrym stanie jest na tym terenie wyjątkowo trudne, dlatego zastosowanie znalazły struktury wzmacniające wykorzystujące materiał Pneusol. Połączenie zużytych opon oraz ziemi naturalnej/substytutów.

Kolejnym przykładem zastosowania Pneusolu jest konstrukcja wspierająca zbudowana:

- ze ściany czołowej oraz z płyt betonowych lub Pneusolu,
- z elementów wzmacniających z Pneusolu,
- z nasypu z materiałów naturalnych.

W konstrukcjach wspierających z Pneusolu konieczna jest ściana czołowa, która chroni przed staczaniem się części ziemi między wzmocnieniem. Musi się ona cechować dużą wytrzymałością oraz giętkością, aby zachowana była elastyczność konstrukcji, ponadto wzmocnienie pionowego boku opony stabilizuje konstrukcję. Po usunięciu górnego boku opony, do wnętrza jest wsypywany i sprasowywany żwir, ziemia lub odpady. Opony



układane są w szachownicę, istnieje możliwość posadzenia roślinności, co poprawia estetykę wzmocnienia i wtapia ją w otoczenie. Ściana taka ma zastosowanie, jako ochrona przed upadającymi blokami skalnymi. Ponadto lekki Pneusol może być wykorzystywany do budowy nasypu połączonego ze sztywnym przewodem konstrukcji zabezpieczającej betonowe przewody kanalizacyjne. W tym przypadku zastosowanie zużytych opon ułatwia rozłożenie powstających naprężeń [1].

### 3. Bieżnikowanie.

Bieżnikowanie dotyczy jedynie opon częściowo zużytych, jest to proces pozwalający na odzyskanie pierwotnych własności opony w wyniku nałożenia nowego bieżnika w miejsce zużytego. Alternatywą dla procesu bieżnikowania jest nacinanie rowków bieżnika, możliwe wyłącznie w przypadku opon samochodów ciężarowych ze względu na dostateczną grubość bieżnika. Korpus opony, zwany karkasem złożony jest ze splotu linek stalowych ułożonych w specyficzny sposób, pokrytego warstwą polimeru. Całość ma na celu zatrzymanie wewnątrz sprężonego powietrza, tłumiącego obciążenia pomiędzy podłożem a poruszającym się pojazdem. Bieżnikowanie umożliwia przynajmniej dwukrotne użycie karkasu, równocześnie pozwalając na ponowne wykorzystanie około 80% oryginalnego materiału. Czynniki wpływające na możliwość bieżnikowania opony:

- stan zużycia karkasu,
- brak uszkodzeń mechanicznych,
- technologia produkcji pierwotnej opony determinująca jakość wewnętrznych warstw w oponie,
- spodziewana wartość opony po bieżnikowaniu oraz jej cena,
- wysokość kosztów poniesiona przez zakład bieżnikowania [5].

Określenia przydatności opony do bieżnikowania dokonuje się przy pomocy specjalistycznych urządzeń tzw. szerografów, które umożliwiają wykrycie nawet niewielkich wewnętrznych rozwarstwień. Selekcjonowanie opon poddawanych bieżnikowaniu może też odbywać się poprzez szereg następujących po sobie badań: kontrola elektroniczna uszkodzeń gumy na powierzchni opony poprzedzona sprawdzeniem ubytków widocznych już gołym okiem w świetle fluorescencyjnym, następnie ocena jakości kordu stalowego metodą rentgenoskopową, ostatecznie badanie ukrytych rozwarstwień w oponie metodą laserową [6]. Po weryfikacji usuwane są pozostałości zużytego bieżnika przez szorstkowanie, następnie usuwane zostają wszelkie nacięcia i inne uszkodzenia, ostatecznie uzupełniane są ubytki opony poprzez wklejanie plastrów. Miał gumowy wytworzony podczas ścierania bieżnika może być użyty do modyfikacji asfaltów i mieszanek mineralno- asfaltowych. W kolejnym etapie na karkas o odpowiednio przygotowanej teksturze, nakładany jest nowy bieżnik. Istnieją dwie metody przeprowadzenia procesu bieżnikowania „na gorąco” oraz „na zimno” oraz kilka sposobów nakładania bieżnika. Bieżnik nakłada się jako uformowaną i podwulkanizowaną taśmę w miejscu starego bieżnika, warstwą nowej gumy można pokryć dodatkowo bark opony bądź zarówno bieżnik, bark jak i boki opony – od obrzeża do obrzeża. Wśród znanych firm oponiarskich jedne preferują bieżnikowanie wysokotemperaturowe, jak Michelin (około 99% opon), inne np. Bandag metodą niskotemperaturową, jeszcze inne stosują zamiennie obie z metod – firma Goodyear. W większości krajów używane opony bieżnikowane są „na



zimno” z wykorzystaniem częściowo zwulkanizowanych bieżników, jedynie we Francji, Włoszech i Wielkiej Brytanii ponad połowę stanowią opony bieżnikowane „na gorąco” [6].

### 3.1. Bieżnikowanie wysokotemperaturowe.

Na wstępnie przygotowany karkas nakładana jest warstwa kleju, a następnie niezwulkanizowana mieszanka gumowa o precyzyjnie określonej objętości i wymiarach. Kolejnym krokiem jest umiejscowienie opony w rozgrzanej formie wulkanizacyjnej z wybraną rzeźbą bieżnika, zapewniającej jednorodny i odpowiednio dostosowany nacisk, po czym całość umieszcza się w autoklawie, gdzie w temperaturze 150-180°C i przy podwyższonym ciśnieniu (np. 6 bar) zachodzi zwulkanizowanie nowego bieżnika z karkasem w czasie około 1,5 godziny. Energia cieplna jest dostarczana od wnętrza opony. Ogumienie ma różną grubość w zależności od strefy przekroju poprzecznego opony, miejsca, gdzie bieżnik jest najgrubszy są szczególnie narażone na pogorszenie parametrów nakładanej gumy. Woda pompowana do membrany wulkanizacyjnej rozciąga kord osnowy oraz dociska bieżnik do formy, co przy wysokiej temperaturze skutkuje nieodwracalnymi modyfikacjami w materiale osnowy. Wulkanizację prowadzi się do uzyskania wymaganych własności gumy [6]. W końcowym etapie produkt jest poddany kontroli jakości, malowany i znakowany. Ze względów technologicznych opony samochodów osobowych jak i opony diagonalne mogą być bieżnikowane tylko „na gorąco”. Ograniczeniem metody jest konieczność stosowania oddzielnych form do każdego rozmiaru opony czy wzoru bieżnika, co wymaga poważnych nakładów inwestycyjnych przy małej elastyczności produkcji. Zaletą jest możliwość pokrycia warstwą gumy barku oraz boków opony.

### 3.2. Bieżnikowanie niskotemperaturowe.

Metoda niskotemperaturowa polega na nałożeniu na przygotowany karkas kleju oraz warstwy amortyzującej mieszanki gumowej, po czym zintegrowania z wytłoczonym i wstępnie zwulkanizowanym bieżnikiem. Bieżnik dociskany jest poprzez specjalne koperty gumowe, a następnie produkt jest wulkanizowany w temperaturze około 100°C w czasie od 4 do 5 godzin [5]. W trakcie procesu kord osnowy podlega naprężeniom porównywalnym do występujących w trakcie użytkowania opony [6]. Dzięki większej elastyczności metody pod względem modeli bieżnika i rozmiarów bieżnikowanych opon, względnej prostocie technologii oraz większemu bezpieczeństwu prowadzenia procesu znajduje ona uznanie wśród większej rzeszy zakładów bieżnikowania, w tym również niewielkich przedsiębiorstw. Niewątpliwą zaletą bieżnikowania „na zimno” jest fakt, iż metoda ta umożliwia dopasowanie dowolnego wzoru bieżnika do praktycznie każdego karkasu, jak również niższe koszty inwestycyjne tej technologii związane z brakiem konieczności stosowania drogich pras i form wulkanizacyjnych.

Jakość i trwałość opony bieżnikowanej, przy założeniu właściwego użytkowania, determinowane są przez:

- stan użytego karkasu związany z dbałością o eksploatację opon – 70%,
- gatunek nowego bieżnika – 5%,
- rodzaj procesu bieżnikowania – 25% [5].

Opony bieżnikowane posiadają parametry niemal równe parametrom oryginalnie produkowanych, nowych opon. Przeznaczenie opony po bieżnikowaniu określa jej wartość konsumpcyjną, i tak walor użytkowy w stosunku do nowych opon jest najwyższy (95-



100%) w przypadku zastosowań w przemyśle i rolnictwie, poprzez wartość 85% względem oryginalnych produktów w przypadku przeznaczenia do transportu lokalnego czy autobusowego, po użycie w transporcie długodystansowym, gdzie walor użytkowy spada do 70% opony nowej [5]. Zależnie od przeznaczenia, możliwe jest kilkakrotne bieżnikowanie.

Proces bieżnikowania umożliwia maksymalne przedłużenie żywotności opony oraz obniżanie kosztów ponoszonych przez użytkowników opon. Wydłużenie przebiegu opony poprzez jej bieżnikowanie pozwala na ograniczenie zużycia surowców – przede wszystkim ropy naftowej, ale również energii elektrycznej, wody czy olejów aromatycznych oraz ilości substancji chemicznych wprowadzanych do środowiska podczas produkcji nowych opon, a także na zmniejszenie liczby zużytych opon wymagających recyklingu. Powstający w procesie bieżnikowania odpad – tzw. ścier gumowy – jest łatwy do zagospodarowania, może być wykorzystany do produkcji regeneratów gumowych. Ze względu na wymienione korzyści bieżnikowania branża ta stale się rozwija. W składzie nowej opony jest około 4,8 kg mieszanki gumowej. Podczas użytkowania opony dochodzi do ubytku części bieżnika na skutek ścierania, regeneracja opony związana jest z dodatkowym użyciem 2 – 3 kg nowej mieszanki gumowej. Koszt nałożenia nowego bieżnika wynosi od 40 do 60% ceny nowej opony, równocześnie otrzymana w ten sposób opona posiada od 80 do 100% walorów eksploatacyjnych nowego produktu. Bieżnikowanie dotyczy jednak w znacznie większym stopniu opon samochodów ciężarowych – proces ten przeprowadza się nawet dwu lub trzykrotnie, w przypadku samochodów osobowych ograniczane jest konkurencyjnymi cenami nowych opon. W 1995 r. różnica w cenach opon nowych i bieżnikowanych wynosiła 40%, obecnie jest na poziomie mniejszym niż 10% [6]. W ostatnich latach w niektórych krajach Unii Europejskiej całkowicie zaniechano bieżnikowania opon samochodów osobowych [5,7]. W krajach rozwiniętych udział opon bieżnikowanych na rynku wynosi odpowiednio 25% w przypadku lżejszych samochodów ciężarowych i 50% w przypadku tirów [8]. Obecnie opony używane, nadające się do regeneracji poprzez bieżnikowanie czy nacinanie rowków bieżnika nie są uznawane za odpady. Są to opony częściowo zużyte, co wyklucza je z kategorii odpady w prawie europejskim – Dokument Komisji Europejskiej z 16.01.2001, 2001/118/EC. W porównaniu do innych metod zagospodarowania zużytych opon, bieżnikowanie zdaje się być najbardziej zyskowną alternatywą. Przyszłość tej branży zależy od możliwości adaptacji do zmieniających się trendów w produkcji nowych opon, wytycznych regulowanych prawem gł. odnośnie bezpieczeństwa oraz rosnących wymagań użytkowników – długi okres użytkowania opon bieżnikowanych połączony z oszczędnością pieniędzy. Obecnie zakładane są spółki pomiędzy koncernami produkującymi opony samochodowe a profesjonalnymi zakładami bieżnikowania.

### 3. Posumowanie

Zgodnie z prawem europejskim, w Polsce wprowadzono zakaz składowania całych opon od 2003 roku, co wymogło konieczność stosowania alternatywnych metod zagospodarowania i recyklingu zużytych opon. W hierarchii wszystkich sposobów wykorzystania zużytych opon, bieżnikowanie stoi najwyżej, jednak nie wszystkie opony mogą być poddane procesowi bieżnikowania, tylko te zakwalifikowane na podstawie ich stanu technicznego.



Opony większe niż w samochodach osobowych mogą być poddawane bieżnikowaniu nawet kilkakrotnie. Bieżnikowanie nie jest ostatecznym rozwiązaniem zagospodarowania odpadu, ponieważ jedynie wydłuża czas eksploatacji opony, która w przyszłości i tak musi zostać poddana recyklingowi. Bieżnikowanie jest opłacalne w przypadku opon samochodów ciężarowych, autobusowych oraz opon maszyn rolniczych i przemysłowych, w mniejszym stopniu w przypadku opon samochodów osobowych, ze względu na konkurencyjną cenę nowych opon oraz wymaganą wysoką jakość produktu. Wykorzystanie całych zużytych opon w konstrukcjach budowlanych czy drogowych, określane jako recykling produktowy, może stanowić narzędzie umożliwiające osiągnięcie wymaganych ustawowo poziomów recyklingu. Zastosowanie całych opon w inżynierii budownictwa jest efektywne ekonomicznie oraz proste w wykonaniu, z tego względu może być z powodzeniem stosowane w krajach uboższych. Recykling produktowy ma możliwości rozwoju w zakresie projektowania nowych konstrukcji bazujących na stosowaniu zużytych opon w całości, przy jednoczesnym wykorzystaniu pożądanych właściwości gumy takich jak elastyczność czy zdolność tłumienia drgań.

### Literatura

- [1] Królikewicz M., 2001, Sposoby powtórnego wykorzystania zużytych opon we Francji, *Elastomery*, 4, 25
- [2] Czupryński M., 2004, Przegląd różnych metod utylizacji odpadów gumowych, *Elastomery* 6, 20
- [3] Łuksa A., Olędzka E., Sobczak M., Dębek C., 2005, Zagospodarowanie zużytych wyrobów gumowych w przemyśle paliwowym, *Elastomery*, 1, 25
- [4] Sybilski D., 2009, Zastosowanie odpadów gumowych w budownictwie drogowym, *Przegląd budowlany*, 5, 37
- [5] Parasiewicz W., Pyskło L., Magryta J., 2005, Recykling zużytych opon samochodowych, Instytut Przemysłu Gumowego „Stomil”, Piastów, 93
- [6] Glijer T., Lipińska M., 2002, *Elastomery*, 6, 1
- [7] Informacje dotyczące bieżnikowania opon, stan z dnia 15.02.2010, <http://www.truckfocus.pl/technika,3143,bieznikowanie-opon-wprowadzenie.html>
- [8] Ivan G., Some aspects of tyre impact on environment: production, service and recycling, *Elastomery* 4-5/6, 2002, 24-38.

