



## Guma i politereftalan etylenu z recyklingu – składniki materiałów budowlanych

Izabela Adamczyk-Królak<sup>1</sup>

### STRESZCZENIE:

W artykule przedstawiono podstawowe metody recyklingu obejmujące ponowne wykorzystanie gumy użytej do produkcji opon samochodowych oraz butelek plastikowych (tj. politereftalanu etylenu potocznie zwanego PET) ze wskazaniem możliwości ich ponownego wykorzystania w materiałach budowlanych. Przedstawiono, jak recykling gumy i politereftalanu etylenu może stanowić podstawę do uzyskiwania materiałów budowlanych, które z chwilą wykorzystania ww. produktów poodpadowych uzyskują pożądane właściwości zwiększające efektywność ich zastosowania w budowlanych rozwiązaniach materiałowo-konstrukcyjnych. Podano również przykłady takich materiałów. Zwrócono uwagę, że umiejętne gospodarowanie obejmujące wykorzystywanie omawianych odpadów przyczynia się wydatnie do ochrony środowiska naturalnego. W podsumowaniu wskazano na skuteczność zastosowań zarówno gumy, jak i płatków PET do produkcji kompozytów redukujących oddziaływanie mechaniczne oraz redukujące propagację fal mechanicznych.

### SŁOWA KLUCZOWE:

recykling; granulaty gumowy; politereftalan etylenu; materiały budowlane

## 1. Wprowadzenie

Materiały budowlane wykorzystywane w sektorze budownictwa mieszkaniowego i przemysłowego są poddawane ciągłym, szerokim modyfikacjom, mającym na celu znalezienie bardziej nowoczesnych, energooszczędnych, tańszych czy dających szersze możliwości zastosowań w różnych dziedzinach budownictwa [1]. Mając na celu dbałość o ochronę środowiska, prawidłowo prowadzoną gospodarkę odpadami oraz komfort życia ludzkiego, prowadzone są poszukiwania w kierunku nowych rozwiązań dla materiału budowlanego wykonanego na bazie surowca pozyskanego z recyklingu. Zagospodarowanie odpadów daje możliwość ochrony środowiska, wykorzystania tańszych surowców lub surowców jako substytutu dla tańszego, szybszego i bardziej efektywnego rozwiązania materiałowego.

W pracy rozpatrywana jest guma, surowiec powstający z recyklingu opon samochodowych, jako materiał tłumiący drgania dynamiczne i akustyczne oraz PET, powstający z recyklingu butelek plastikowych z zastosowaniem, jako lżejszy składnik danego materiału.

## 2. Opona samochodowa – surowiec do materiałów budowlanych

### 2.1. Opona samochodowa

Opona samochodowa jest wyrobem gumowym, który składa się z ponad 200 składników, m.in. z wulkanizowanej gumy, kauczuku syntetycznego, stalowego kordu, włókien poliestrowych i tekstylnych, krzemionki i sadzy oraz innych substancji chemicznych. Poszczególne

<sup>1</sup> Politechnika Częstochowska, Wydział Budownictwa, ul. Akademicka 3, 42-218 Częstochowa, e-mail: iadamczyk@bud.pcz.pl, orcid id: 0000-0002-2880-4065

składniki opony samochodowej odpowiadają za jej konkretne właściwości i tak np. kauczuk jest głównym składnikiem bieżnika, a krzemionka czy sadza wzmacniają oponę.

Ponieważ opona samochodowa nie ulega rozkładowi, konieczne jest przetwarzanie jej na poszczególne składniki: gumowe – opony cięte, połówki, strzępy, chipsy, granulaty, miął, pył oraz pozostałe – kord tekstylny, kord stalowy [2].

Opony cięte oraz połówki są poddawane prasowaniu, a następnie sznurowaniu i drutowaniu w bloki. Sprasowane opony najczęściej wykorzystywane są w budowie nasypów, wałów czy podbudowy dróg i stanowią ich wypełnienie. Strzępy, chipsy oraz granulaty to składniki dające możliwość wykonania drenaży, wibroizolacji lub lekkiego wypełnienia nasypów, nawierzchni boisk, chodników, elastycznych kostek brukowych, podkładów amortyzujących uderzenia [3]. Miął, pył oraz granulaty o mniejszych frakcjach stosowane są do produkcji asfaltu, mat czy węży gumowych. Kord tekstylny wykorzystywany jest do produkcji mat termoizolacyjnych lub jako paliwo alternatywne w cementowniach i elektrociepłowniach. Natomiast kord stalowy stosowany jest do produkcji wzmocnionego betonu.

Recykling opon samochodowych to skomplikowany proces, który przywraca odpadom gumowym ich plastyczność za pomocą trzech sposobów: chemicznego, mechanicznego i termicznego. Każdy z tych sposobów nie tylko przyczynia się do ochrony środowiska, ale również do wykorzystania tych odpadów m.in. w budownictwie lądowym i wodnym, np.: jako materiał do wzmacniania podłoży dróg i poboczy, skarp, nabrzeży, jako bariera dźwiękochłonna, lub w portach jako odbojniki dla łodzi czy statków.

Istnieją trzy metody recyklingu opon samochodowych:

- regeneracja opon to ponowne bieżnikowanie i ponowne jej użytkowanie;
- recykling materiałowy, który obecnie jest najbardziej rozpowszechniony, polega na rozdrobnieniu gumy na poszczególne elementy dwoma sposobami. Pierwszy sposób klasyczny polega na mechanicznym pocięciu gumy w maszynach zwanych „strzępiarkami”. Drugi sposób, kriogeniczny, polega na zamrażaniu gumy za pomocą ciekłego azotu, a następnie kruszeniu. W wyniku tej metody odzyskuje się też włókna oraz stal, tzw. kord, które mogą być wykorzystane jako zbrojenie rozproszone lub przekazywane do hut, a tekstylia mogą być wykorzystane jako izolacja termiczna;
- recykling energetyczny, który polega na pozyskiwaniu energii cieplnej jako cennego paliwa alternatywnego uzupełniającego węgiel lub olej opałowy.

Wszystkie te metody powodują zmniejszenie obszarów składowania opon samochodowych, które są najbardziej szkodliwym i niebezpiecznym rozwiązaniem.

## 2.2. Guma

Guma jest produktem wulkanizacyjnym, który powstaje z kauczuku naturalnego oraz syntetycznego i różnych domieszek zawierających 3% siarki oraz pozostałych dodatków. Jest podstawowym składnikiem opon samochodowych, które po zużyciu są poddawane recyklingowi i przetwarzane m.in. na granulaty gumowy o różnych frakcjach.

Granulaty gumowy dzieli się na: strzępy (40–300 mm), chipsy (10–40 mm), granulaty (1–10 mm), miął (poniżej 1 mm), pył (poniżej 0,5 mm), ścier (0–40 mm).



**Rys. 1.** Materiał pochodzący z recyklingu opon samochodowych: a) granulaty gumowy o frakcji 4–6 mm; b) granulaty gumowy o frakcji 2–4 mm; c) miął o frakcji poniżej 1 mm

Ponieważ guma jest produktem szkodliwym dla środowiska naturalnego, a składowanie jej w dużych ilościach w jednym miejscu (na tzw. hałdach) stanowi zagrożenie pożarowe, poddaje się ją recyklingowi, który obejmuje podział na poszczególne frakcje. W zależności od rozmiaru granulatu gumowego jest on powtórnie wykorzystywany, m.in. większe frakcje (rys. 1a, b) stanowią składnik nawierzchni bieżni, placów zabaw oraz tzw. elastycznej kostki brukowej czy wykładzin dźwiękochłonnych, natomiast mniejsze frakcje (tzw. mączka gumowa) (rys. 1c) służą do produkcji różnych materiałów gumowych (np. mat lub dywaników samochodowych).

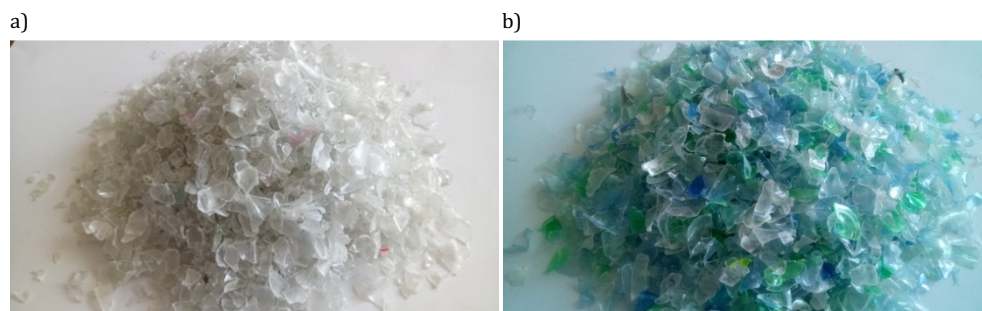
Ponieważ guma posiada dobre właściwości wibroizolacyjne, obejmujące tłumienie drgań mechanicznych, dlatego może być stosowana do produkcji ekranów dźwiękochłonnych, mat tłumiących drgania obejmujące np. drgania komunikacyjne lub też drgania powstające w wyniku pracy maszyn i urządzeń [4].

### 3. Opakowania spożywcze – surowiec do materiałów budowlanych

#### 3.1. Politereftalan etylenu (PET)

Politereftalan etylenu (PET) jest termoplastycznym polimerem z grupy poliestrów o szerokim zastosowaniu w przemyśle spożywczym i tekstylnym. Najbardziej znany jest w postaci opakowań stosowanych masowo w przemyśle spożywczym, w szczególności z politereftalanu etylenu produkowane są tzw. butelki plastikowe. Ponieważ PET jest materiałem, który w zależności od zastosowanego składu rozkłada się w przedziale czasu od 100 do 1000 lat, stąd też w coraz to większej części poddawany jest recyklingowi [5]. Proces ten zaczyna się od zbiórki materiału (tj. zużytych opakowań), która następuje w oddzielnych, specjalnie oznaczonych pojemnikach, mając na celu łatwiejszą ich segregację. Kolejnym etapem jest tzw. segregacja wtórna, polegająca na ręcznym sortowaniu pozyskanego materiału ze względu na ich kolor. Po tych czynnościach następuje zgniatanie i transport do miejsca docelowej obróbki. Dalsze etapy przeprowadzane są już w zakładach recyklingu, gdzie odbywa się ręczne rozpakowanie zebranego materiału, usuwanie zanieczyszczeń i oddzielanie nakrętek. Dalej następuje mielenie butelek na tzw. płatki i kolejne ich czyszczenie obejmujące mycie i suszenie już powstałego półproduktu, który po tych czynnościach jest gotowy do dalszego przetwarzania.

Jednym ze sposobów wykorzystania płatków PET (rys. 2) jest przetworzenie go na granulaty, który jest składnikiem do wykonania elementów formowanych wtryskowo, lub doprowadzenie granulatu do stanu płynnego i bezpośrednio wtryskiwanie go do form.



Rys. 2. Materiał pochodzący z recyklingu butelek plastikowych: a) płatki PET bezbarwne; b) płatki PET kolorowe

#### 3.2. Recykling butelek plastikowych

Materiał pochodzący z recyklingu butelek plastikowych, czyli tzw. płatki PET, jest wykorzystywany m.in. do: wykonywania przezroczystych folii poliestrowych czy pokryciowych, folii do termoformowania, czyli nadawania im konkretnego kształtu w wyniku oddziaływania termicznego, do produkcji tkanin na ubrania, tkanin obiciowych, m.in. na namioty, przy produkcji

dywanów, jako włókno lub też przędza poliestrowa, do produkcji różnego rodzaju wyrobów plastikowych formowanych wtryskowo oraz do produkcji opakowań dla przemysłu chemicznego, produkcji izolacji w postaci włókien poliestrowych, jak również do produkcji warstw foliowych w przemyśle budowlanym oraz do produkcji żywicy poliestrowej [6].

Ponieważ płatki PET są materiałem bardzo lekkim, mogą stanowić doskonałe wypełnienie różnych materiałów budowlanych lub stanowić ich składnik, dotyczy to może np. betonu. Kolejnym budowlanym zastosowaniem płatków PET jest wykorzystanie ich w drenażu.

#### 4. Wnioski

Składniki powstałe w wyniku recyklingu opon samochodowych mają szerokie zastosowanie w budownictwie do produkcji materiałów budowlanych. Wynika to z potrzeby wykorzystania właściwości fizycznych gumy. W przypadku odpadów powstałych w wyniku przetworzenia politereftalanu etylenu wykorzystuje się możliwość ponownego ich użycia jako surowca do produkcji materiałów budowlanych. Umiejętne gospodarowanie tymi odpadami przyczynia się niewątpliwie do ochrony środowiska. Poza tym odpady gumowe oraz płatki PET można wykorzystać do oceny skuteczności kompozytów powstałych na ich bazie, służących do redukcji oddziaływań dynamicznych przy uwzględnieniu hipersprężystości omawianych materiałów [7].

#### Literatura

- [1] Major M., Major I., Ekologiczny kompozyt ścienny betonowo-gumowy, *Budownictwo o Zoptymalizowanym Potencjale Energetycznym* 2016, 1(17), 61–66.
- [2] Parasiewicz W., Pyskło L., Guma w samochodach – odzysk i recykling, *Recykling* 2005, 11, 10–12.
- [3] Major M., Major I., Wykorzystanie odpadów gumowych w budownictwie zrównoważonym, *Budownictwo o Zoptymalizowanym Potencjale Energetycznym* 2014, 2(14), 38–45.
- [4] Niemiński J., Analiza i wykorzystanie dźwiękochłonnych właściwości granulatu gumowego pozyskanego z recyklingu, *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej* 2016, seria Budownictwo 22, 257–264.
- [5] Królikowski W., *Polimerowe kompozyty konstrukcyjne*, WN PWN, Warszawa 2012.
- [6] Rabek J.F., *Polimery. Otrzymywanie, metody badawcze, zastosowanie*, WN PWN, Warszawa 2013.
- [7] Major M., Różycka J., Gumopochodne materiały hipersprężyste – omówienie i kryteria praktycznego zastosowania, *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej* 2011, seria Budownictwo 17, 134–145.

### Rubber and polyethylene terephthalate from recycling – components of building materials

#### ABSTRACT:

The article presents the basic methods of recycling including the reuse of rubber used for the production of car tires and plastic bottles (i.e. polyethylene terephthalate colloquially known as PET) with an indication of the possibility of their reuse in building materials. It was presented how the recycling of rubber and polyethylene terephthalate can form the basis for obtaining building materials, which due to the use of the above-mentioned post-waste products, obtain the desired properties that increase the efficiency of their use in building materials and construction solutions. The examples of such materials are also given. It was pointed out that the skillful management involving the use of the discussed waste contributes significantly to the protection of the natural environment. In the final summary, the effectiveness of applications of both rubber and flakes of PET for the production of composites reducing mechanical impacts and reducing the propagation of mechanical waves was indicated.

#### KEYWORDS:

recycling; rubber granulate; polyethylene terephthalate; building materials