

Dr inż. Anna Skarbak-Żabkin,

Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania w m.st. Warszawie Sp. z o.o., Redaktor Naczelna czasopisma „Forum elektromobilności”

# Termiczne przetwarzanie odpadów polimerowych na paliwo ciekłe jako uzupełnienie systemu GOZ

Każdego roku obserwuje się wzrost zainteresowania gospodarką odpadami w zakresie rozwoju technologii zarówno minimalizujących ich ilość, jak i związanych z ich unieszkodliwianiem i ponownym wykorzystaniem. Istotne jest także pojawienie się odpowiednich aktów prawnych w tym zakresie oraz programów edukacyjnych dotyczących prawidłowego postępowania z odpadami komunalnymi.

Główną przyczyną problemów z powstałymi w nadmiernej ilości odpadami jest nieusystematyzowane gospodarowanie odpadami, które należy traktować jako zasoby. Zgromadzony na składowiskach materiał w dużym stopniu może być wykorzystany jako surowiec wtórny, którego wartość szacuje się na kilkaset mln dolarów [3]. We wdrażaniu właściwie prowadzonej gospodarki odpadami bardzo ważny jest aspekt socjologiczno-psychologiczny i rola różnych podmiotów i grup społecznych kształtujących go w ramach odpowiedniego systemu.

Światowa produkcja tworzyw sztucznych rośnie każdego roku o ok. 4%, a obecnie wynosi blisko 360 mln ton [2]. Z tego każdego roku blisko 8 mln ton tra-

fia do oceanów. Jak szacują instytucje zajmujące się tematyką morską do 2050 r. w oceanach może być więcej plastiku niż ryb. Europa znajduje się obecnie na drugim miejscu pod względem wielkości produkcji tworzyw polimerowych. Zapotrzebowanie na tworzywa w Europie w 2018 r. wyniosło ponad 50 mln ton, a największym ich odbiorcą jest sektor opakowaniowy. Co ważne, ok. 50% odpadowego plastiku zbieranego selektywnie w unii było eksportowane, a większość z tego odbieraty Chiny. Jednak rynek chiński zamknął się na nasze odpady. Chiny zgłosiły do Światowej Organizacji Handlu zakaz sprowadzania 24 rodzajów surowców wtórnych, jako część swojej kampanii przeciwko zanieczyszczeniu środowiska. Zakaz wszedł w ży-

cie z dniem 1 stycznia 2018 r. wywołując duże zamieszanie w branży. Interesariusze potrzebują czasu, aby teraz znaleźć nowe alternatywne rynki zbytu lub nowe sposoby na zagospodarowanie tych odpadów. Nie sposób nie wspomnieć o tym, że tworzywa sztuczne w 90% wytwarzane są z ropy naftowej, której zasoby jak wiadomo gwałtownie się kurczą. Widać już, że branża motoryzacyjna zareagowała na to poszukując alternatywnych źródeł zasilania pojazdów. Jasnym dowodem na zachodzące zmiany jest światowy rozwój elektromobilności oraz paliw alternatywnych. Obecnie do produkcji tworzyw polimerowych zużywanych jest od 4 do 6% światowej produkcji ropy naftowej, a szacuje się, że do 2050 r. nastąpi wzrost do 20%.

## ■ Problemy z odpadami polimerowymi

Corocznie produkcja tworzyw polimerowych wzrasta o ponad 10 mln ton. Według danych fundacji Plastics Europe w 2018 r. na całym świecie wyprodukowano ponad 359 mln ton tworzyw polimerowych, co oznacza wzrost o ok. 4% w stosunku do roku poprzedniego [2]. Europa znajduje się obecnie na drugim miejscu pod względem wielkości produkcji tworzyw polimerowych. W 2018 r. zostało wyprodukowanych blisko 62 mln ton, ale w porównaniu z 2017 r. to spadek o ponad 2,5 mln ton.

Jednym z ważniejszych dokumentów prawnych dotyczących sposobów gospodarowania odpadami jest Dyrektywa Komisji Europejskiej w sprawie odpadów [1]. Dyrektywa ta określa hierarchię postępowania z odpadami, w której wskazano, że najważniejszym jest zapobieganie powstawaniu odpadów. Bardzo ważne miejsce w hierarchii zajmuje recykling, któremu powinny być poddane odpady polimerowe ze względu na ich wysoką wartość energetyczną wynosząca ok. 40 MJ/kg oraz długi czas ich rozkładu w środowisku naturalnym wynoszący blisko 500 lat.

## ■ Paliwo płynne z odpadów polimerowych

Odpady tworzyw polimerowych możemy zagospodarować poprzez: recykling materiałowy, odzyskanie z nich energii poprzez spalanie lub przetworzenie ich na paliwo ciekłe syntetyczne. Otrzymujemy dzięki temu produkt, który możemy wykorzystać do zasilania silników samochodowych, do urządzeń pracujących na olej opałowy lub do urządzeń grzewczych.

W celu uzyskania ciekłego paliwa syntetycznego możliwe jest zastosowanie kilku metod przetwarzania odpadów polimerowych. Zaliczamy do nich: pirolizę, krawing katalityczny, depolimeryzację katalityczną oraz termolizę z uwodornieniem i izomeryzacją.

Przy recyklingu materiałowym w wyniku podgrzewania dochodzi do starzenia

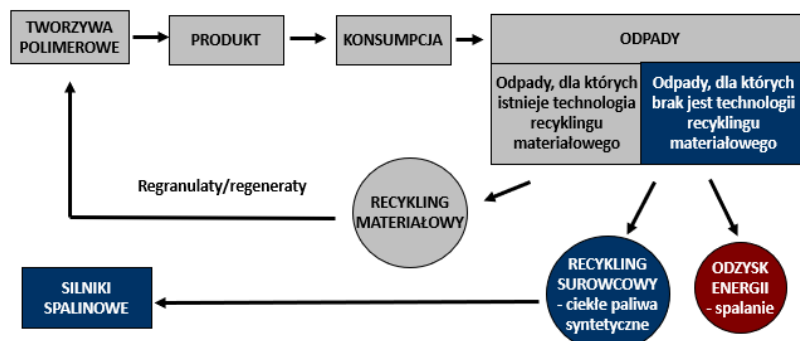
się wiązań atomowych, co jest ograniczeniem technologicznym tej metody dla polietylenu, polipropylenu i polistyrenu. Maksymalnie możemy je poddać dwóm lub trzem cyklom recyklingu, a zatem ostatecznie większość tworzyw, aby nie trafiła na składowisko musi być poddana recyklingowi surowcowemu lub spalona. Jak podaje laboratorium Argone National, odciążenie środowiskowe jest znacznie mniejsze przy zastosowaniu konwersji chemicznej tworzyw sztucznych w porównaniu z paliwami wytworzonymi z ropy naftowej. Możemy mówić o 14% mniejszej emisji gazów cieplarnianych, blisko 60% mniejszym zużyciu wody oraz ponad 90% mniejszym zużyciu energii.

## ■ Zagospodarowanie odpadów polimerowych

Materiały polimerowe możemy podzielić na dwie grupy. Pierwsza grupa to te odpady, dla których istnieje technologia recyklingu materiałowego i przetworzenia ich na regranulat oraz ponowne użycie ich do produkcji takich samych lub podobnych wyrobów. Są to najczęściej: czyste, jednorodne chemicznie odpady, najczęściej poprodukcyjne lub przemysłowe, część strumienia odpadów tworzyw polimerowych ze zbiórki selektywnej (opakowania po produktach chemii gospodarczej, opakowania po produktach kosmetycznych i higieny osobistej) oraz odpady opakowaniowe (worki po nawozach sztucznych, kanistry, beczki, itp.).

Druga część odpadów tworzyw polimerowych to, te dla których brakuje technologii recyklingu materiałowego, a co za tym idzie - nie możemy ich włączyć w zakres gospodarki cyrkularnej. Odpady tworzyw polimerowych, które nie nadają się do recyklingu materiałowego to: frakcja nadsitowa z mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów z zawartością ok. 30% odpadów tworzyw polimerowych, część strumienia odpadów ze zbiórki selektywnej nienadająca się do recyklingu materiałowego (cienkie folie, opakowania wielomateriałowe po produktach spożywczych, opakowania po produktach chemicznych i olejach mineralnych), odpady z procesów przemysłowych, tj. zanieczyszczone odpady z procesów recyklingu materiałowego, tworzywa polimerowe z rozbiórki samochodów i sprzętu elektronicznego oraz pozostałości z recyklingu opakowań Tetra Pak (PE+Al), itp.). Zatem nie możemy ich włączyć w zakres gospodarki cyrkularnej. Takie odpady mogą być przekazane do spalarni odpadów komunalnych, w której w specjalnych instalacjach zostaną spalone. Jednak jest to niezalecana metoda. Alternatywę stanowi poddanie ich recyklingowi surowcowemu, czyli przetworzenie ich na paliwo ciekłe.

Nie ma jednego rozwiązania na wszystkie problemy związane z zagospodarowaniem odpadów tworzyw polimerowych. Przetworzenie ich na ciekłe paliwo syntetyczne należy traktować jako rozwiązanie jedno z wielu, które współ-



Rys. 1. Podział i zagospodarowanie odpadów polimerowych

” **Bardzo ważne miejsce w hierarchii zajmuje recykling, któremu powinny być poddane odpady polimerowe ze względu na ich wysoką wartość energetyczną wynosząca ok. 40 MJ/kg oraz długi czas ich rozkładu w środowisku naturalnym wynoszący blisko 500 lat**

nie z innymi pozwoli uporać się z problemami ochrony środowiska i tej grupy odpadów.

### ■ Historia przetwarzania odpadów plastikowych na frakcje paliwowe

W ciągu ostatnich 30 lat proces termolizy odpadów plastikowych był szeroko rozwijany przez wiele zespołów na świecie. Powstały setki instalacji pilotażowych, w tym ok. 30 w Polsce.

Stosowane technologie różniły się znacznie od siebie, ale ich cechą wspólną był podobny płynny produkt, jakim była szeroka frakcja węglowodorów o temperaturze krzepnięcia ok. 40°C, z zawartością węglowodorów nienasyconych powyżej 50%, nieprzyjemnym, gryzącym zapachu i barwie od jasno do ciemnobrązowej. Produkty te musiały trafić do rafinerii. Technologie ciągle się rozwijają i obecnie jedną z innowacji jest

zastosowanie procesu uwodorniania, który polepsza właściwości fizykochemiczne produktu do normowego paliwa silnikowego.

Wspomniana technologia wykorzystuje termolizę z uwodornieniem i izomeryzacją, która jest najbardziej innowacyjna ze wszystkich dotychczasowych. Proces prowadzony jest w stosunkowo niskiej temperaturze oraz bez skoków temperaturowych. Największym wyzwaniem dla zespołu badawczego było opracowanie właściwych parametrów procesu termolizy, a następnie ich uwodornienie i izomeryzacja tak, aby uzyskać paliwa transportowe zgodne z normami stawianymi tradycyjnym paliwom silnikowym.

### ■ Jak wygląda proces?

Odpady trafiają do reaktora, w którym prowadzona jest termoliza w temperaturze 420°C do frakcji nienasyconych węglowodorów o temperaturze wrzenia do 360°C. Pary z reaktora dostają się bezpośrednio do reaktora uwodorniania bezciśnieniowego, a następnie zachodzi izomeryzacja. Uwodornienie i izomeryzacja są drugim etapem całego procesu, co odróżnia go od innych technologii tego typu. Uwodornienie jest konieczne, aby można uznać i zastosować frakcje powstające w procesie jako komponenty ciekłych paliw samochodowych. Kolejnym etapem jest kolumna destylacji frakcyjnej, gdzie następuje rozdzielenie na odpadowe frakcje oleju napędowego i benzyny. Proces prowadzony jest w atmosferze gazu syntezowego, czyli mieszaniny CO i H<sub>2</sub>, którego obecność w przestrzeni reakcyjnej zapobiega ponownej polimeryzacji nienasyconych wę-

glowodorów. Pozostałości poprocesowe mają formę sypką i łatwo dają się usunąć z przestrzeni reakcyjnej bez konieczności zatrzymywania procesu.

Teoretycznie można przyjąć, że taka instalacja mogłaby stanąć w każdej gminie, w której jest sortownia odpadów. Wystarczy 10 tys. ton odpadów tworzyw sztucznych, aby wytworzyć paliwo do zasilania komunikacji publicznej, do ogrzewania ciepłem odpadowym urzędów, szkół i przedszkoli. Do tego produkcja taniej energii elektrycznej dla potrzeb infrastruktury gminy, ponieważ mamy nadmiar tej energii w procesie. Ponadto osuszanie osadów ściekowych, które są coraz większym problemem dla gmin oraz zwiększenie poziomu recyklingu, a przede wszystkim rozsądne zagospodarowanie wysokokalorycznej frakcji odpadów komunalnych, tak aby ograniczyć prawdopodobieństwo pożaru na składowiskach. □



#### Literatura

[1] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy., Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, L312/3.

[2] Plastics Europe Market Research Group (PEMRG) and Conversio Market & Strategy, Plastics - the Facts 2019, An analysis of European plastics production, demand and waste data, 2019.

[3] www.handerek-technologies.com 02.2020.