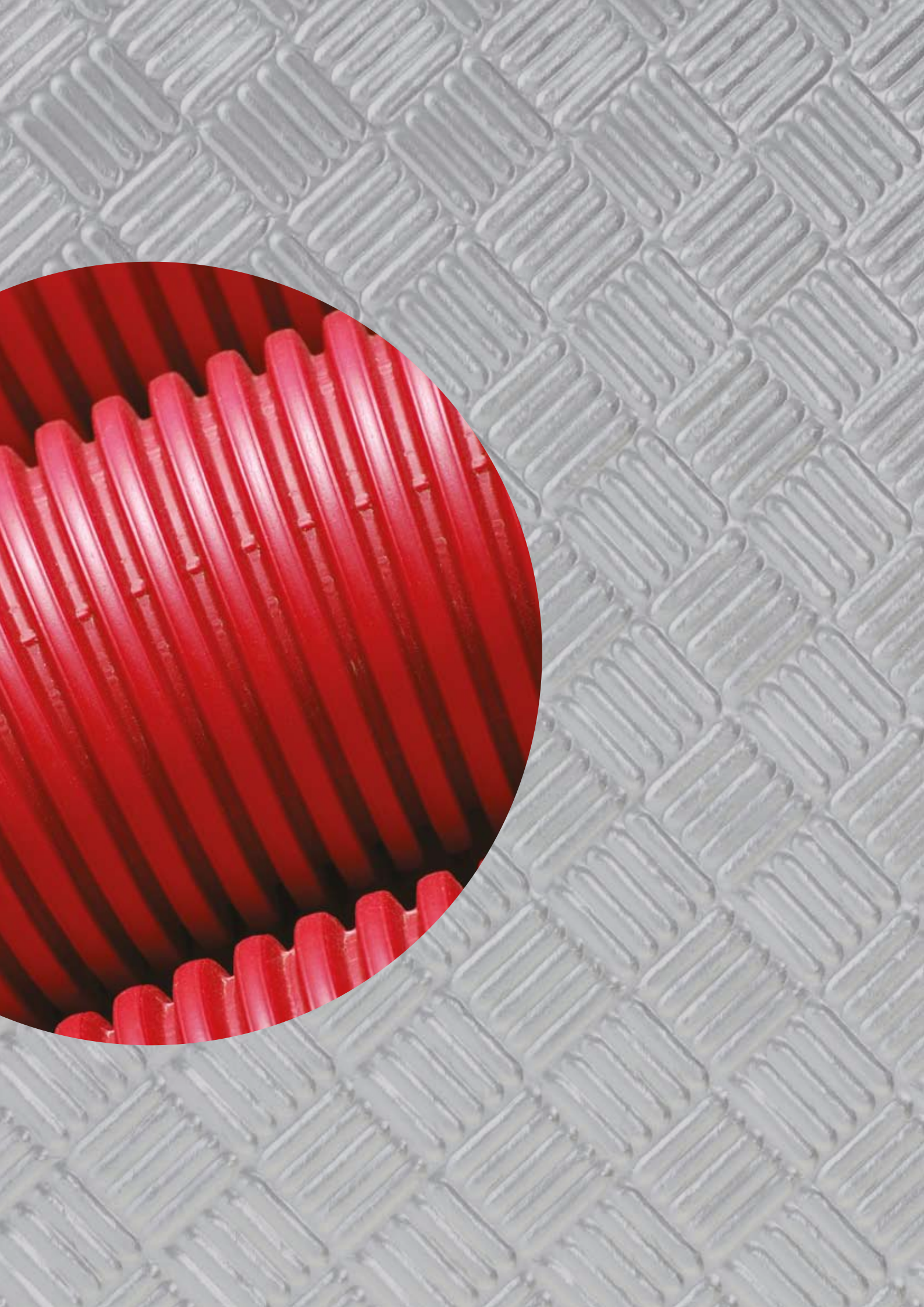




Tworzywa sztuczne przekształcają
rudy żelaza w stal
Recykling surowcowy w piecach hutniczych



Stal, ze światową produkcją na poziomie 1,3 mld t rocznie stanowi najważniejszy materiał, który może być poddawany całkowitemu recyklingowi po zakończeniu cyklu życiowego wyrobu. Płynny metal wytwarzany w hucie jest na początku tego cyklu. Tworzywa sztuczne, których światowa roczna produkcja wynosi 260 mln t, uważane są za drugi z najważniejszych materiałów podstawowych stosowanych w gospodarce. Ale zagospodarowanie odpadów z tworzyw sztucznych to problem jeszcze nie do końca rozwiązany. Nowoczesne technologie, spełniające wymogi zrównoważonego rozwoju, łączą oba te materiały - jeden na początku, drugi na końcu cyklu życiowego.



Tworzywa sztuczne i stal: najważniejsze materiały

Nowa metoda recyklingu

Recykling surowcowy w piecach hutniczych, to dodatkowa – oprócz recyklingu mechanicznego i odzysku energii – możliwość zagospodarowania odpadów z tworzyw sztucznych. Technologia ta wykorzystywana jest np. w Austrii, gdzie funkcjonuje zintegrowana infrastruktura oparta na współpracy trzech partnerów: producenta stali (Voestalpine) oraz dwóch firm zajmujących się gospodarką odpadami (AVE – duży odbiorca odpadów komunalnych i przemysłowych oraz TBS – przedsiębiorstwo z grupy SME współpracujące z firmami zajmującymi się unieszkodliwianiem zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego oraz pojazdów wycofanych z eksploatacji).

Dzięki temu możliwe jest wykorzystanie 220 tys. t rocznie odpadów z tworzyw sztucznych jako czynnika redukującego w piecu hutniczym, a integralny element stanowi tu także współpraca z dwiema instalacjami do odzysku energii z odpadów o łącznej wydajności 600 tys. t rocznie. We wstępnej obróbce odpadów przemysłowych AVE wytwarza dwa strumienie materiałowe: niskoenergetyczną frakcję do odzysku energii oraz bogatą w odpady tworzywowe frakcję do dalszego przetwarzania na potrzeby przemysłu hutniczego,

gdzie surowiec mieszany jest z przemysłowymi i konsumenckimi odpadami opakowaniowymi. W efekcie powstaje standaryzowany pelet o określonych właściwościach wykorzystywany podczas wytopu surowki.



Od zmieszanych odpadów do specyfikowanego czynnika redukującego

Tworzywa sztuczne = stała postać ropy = surowiec

Od ponad 50 lat tworzywa sztuczne nieustannie zyskują na wartości, będąc podstawowym materiałem w licznych i różnorodnych zastosowaniach, czy to w przemyśle opakowaniowym, w budownictwie, przemyśle samochodowym czy w innych. Na przestrzeni minionych 15 lat znaczenie recyklingu coraz bardziej skupiało uwagę technologów i naukowców. Oprócz technologii prowadzących do przekształcania zużytych wyrobów w nowe produkty czy do wykorzystania ich do produkcji paliw alternatywnych, na znaczeniu zyskał recykling surowcowy, przede wszystkim jako tech-

nologia niezwykle przydatna do odpadów z tworzyw zmieszanych oraz zanieczyszczonych.

Surowa (nieprzetworzona) ropa naftowa, jako jeden z najbardziej cennych i potrzebnych zasobów naturalnych na świecie, powinna być wykorzystywana w sposób odpowiedzialny. Zasadnicze znaczenie ma więc właściwe zagospodarowywanie odpadów z tworzyw sztucznych – w 100% powstającego z ropy naftowej – zwłaszcza w zastosowaniach przemysłowych właśnie po to, aby zyskać surowiec lub korzyści energetyczne, unikając jednocześnie składowania odpadów na wysypisku.

Każdy wygrywa – środowisko i gospodarka

Wydajność 220 tys. t peletyzowanych i specyfikowanych zmieszanych odpadów z tworzyw sztucznych zużytych w piecu hutniczym to:

- 880 000 m³ przestrzeni oszczędzonej na wysypisku, czyli 11 000 pełnych ciężarówek,
- oszczędność ponad 10 mln GJ energii, co odpowiada zapotrzebowaniu na energię do ogrzewania i podgrzania wody dla ponad 400 tys. ludzi,
- oszczędności emisji ponad 400 tys. t CO₂ rocznie oraz redukcja emisji pyłów oraz gazów jak np. SO₂



Piec hutniczy – voestalpine, Linz/Austria.

Od rudy żelaza do stali

Stal otrzymuje się z żelaza. Metal ten nie występuje w przyrodzie w postaci czystej, a jedynie w postaci tzw. rud żelaza, stanowiących mieszaninę związków żelaza, głównie tlenowych.

- **Rudy żelaza** zawierają – w zależności od rejonu wydobywczego – od 30 do 70% żelaza (masowo). Występuje ono w różnych proporcjach,

np. 2 atomy żelaza (2xFe) na 3 atomy tleny (3xO₂), gdzie Fe₂O₃= tlenek żelaza (III)

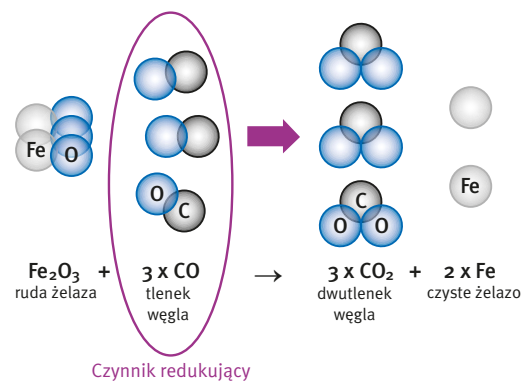
- **Płynny metal** to tzw. surówka żelaza powstająca w procesie tzw. wytopienia redukcyjnego. Wiązania tlenowe są wówczas usuwane z rudy i właśnie do tego celu zastosowane mogą być tworzywa sztuczne.
- **Stal** produkowana z surówki żelaza zawiera do 4% węgla C. Ilość tę należy obniżyć do wartości od 0 do 2%, w zależności od gatunku stali.

Proces wytopienia stali

Aby usunąć tlen (O²) z rudy żelaza i zredukować tlenek żelaza (Fe₂O₃) do żelaza (Fe²) potrzebne są czynniki redukujące. Są to substancje o silnym potencjale do reagowania z tlenem zawartym w związkach żelaza. Wskutek takiej reakcji rozrywane jest wiązanie z żelaza z tlenem, a tlen zostaje trwale związany z czynnikiem redukującym.

Zazwyczaj stosuje się do tego celu węgiel lub ropę naftową, które *in situ* ulegają gazyfikacji z wytworzeniem gazu syntezowego, składającego się np. z tlenku węgla, który dalej reaguje z tlenkiem żelaza (Fe₂O₃) z wytworzeniem żelaza metalicznego (Fe) i gazowego CO₂.

Jeśli jako czynnik redukujący zostaną wykorzystane odpady z tworzyw sztucznych, które w sensie chemicznym są węglowodorami, powstający wówczas gaz syntezowy zawiera oprócz tlenku węgla także wodór. Gaz ten, w porównaniu to tradycyjnych czynników redukujących jak koks czy ropa naftowa, dodatkowo zwiększa efektywność procesu redukcji.



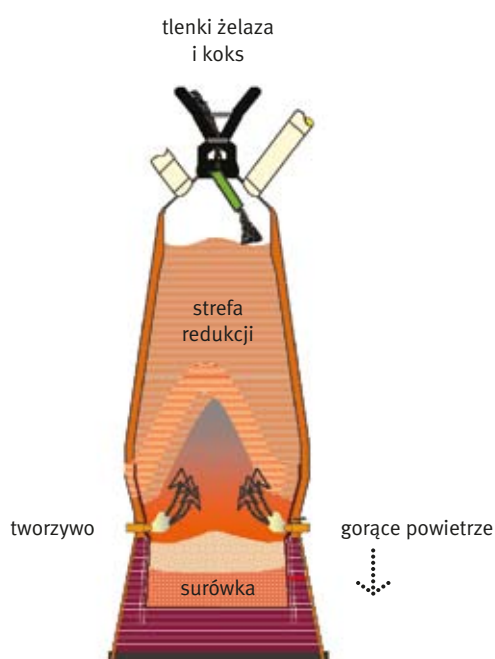
Uproszczony opis procesu redukcji

1 O: symbol chemiczny tlenu, od greckiego Oxygenium

2 Fe: symbol chemiczny żelaza, od łacińskiego Ferrum

Technologia

Produkcja żelaza odbywa się w piecu hutniczym o wysokości od 30 do 40 m i objętości do 4000 m³. Tlenki żelaza podawane są od góry.



W dolnej części pieca podawane są paletyzowane odpady plastikowe, a temperatura w tej części sięga od 2100 do 2300°C. W tych warunkach materiał organiczny ulega gazyfikacji z wytworzeniem gazu syntezowego, zawierającego m.in. tlenek węgla.

Gaz ten redukuje tlenki podczas ich wędrówki w dół pieca. Temperatura gazu syntezowego wynosi od 900 do 1200°C, toteż powstające żelazo jest w postaci stopionej. Ciekła surówka gromadzi się na dole pieca, skąd jest okresowo odbierana.

Wydajność pieca hutniczego wynosi do 10 000 t dziennie.

Odpady z tworzyw w centrum zainteresowania

Opisana technologia uruchomiona została jako projekt pilotażowy w 2003 r. na terenie huty Voestalpine w Linzu (Austria). Jeden z reaktorów procesu wielkopieczowego został zbudowany w ten sposób, aby możliwe było utylizowanie odpadów z tworzyw sztucznych przy jednoczesnej produkcji surówki żelaza, co umożliwiło jednocześnie oszczędności rzędu 150 tys t ropy naftowej rocznie.

Tlenek węgla jako czynnik redukujący otrzymywany jest zazwyczaj z ropy naftowej, węgla i koksu. Te paliwa kopalne można zastąpić zużytymi tworzywami sztucznymi, efektywnie oszczędzając w ten sposób surowce naturalne.

Czynnik redukujący z odpadów

Czynnik redukujący otrzymywany jest z odpadów z tworzyw sztucznych, pozyskiwanych ze zbieranych selektywnie odpadów opakowaniowych z gospodarstw domowych oraz z odpadów przemysłowych, a także z pozostałości po strzępieniu pojazdów wycofanych z eksploatacji i/lub ze zużytego sprzętu elektronicznego. Po wstępnej obróbce odpady te są mieszane, a następnie odpowiednio aglomerowane i peletyzowane. Czynnikiem redukującym w formie pelet jest transportowany rurociągami do przesyłu na duże odległości i podawany do pieca hutniczego bezpośrednio poniżej strefy redukcji.



Na potrzeby tego pneumatycznego przesyłu materiał jest dodatkowo rozdrabniany do rozmiaru kilku mm lub paletyzowany poprzez przetłaczanie przez perforowane talerze.

Wydajność - 220 000 t rocznie

Huta Voestalpine ma możliwość przerabiania rocznie 220 000 t odpadów z tworzyw sztucznych, oszczędzając w ten sposób zużycie ropy naftowej.

Pierwsze próby, przeprowadzone dla ilości 30 tys. t odpadów w formie pelet granulat lub aglomeratu, okazały się zadawalające i projekt został rozszerzony do obecnego potencjału 220 000 t odpadów rocznie. Do wyprodukowania 1000 t surowki należy użyć ok. 370 t koksu oraz 90 t ropy naftowej, w zależności od składu rudy i rodzaju procesu technologicznego.

Te 90 t ropy naftowej można częściowo zastąpić poprzez wykorzystanie do 70 t zużytych tworzyw sztucznych. Dla producenta stali oszczędności wynoszą obecnie ok. 150 000 t ropy naftowej rocznie.



Poprzez system rurociągów tworzywa są podawane wraz ze sprężonym powietrzem bezpośrednio do pieca hutniczego.



Recykling surowcowy

Unieszkodliwianie tworzyw sztucznych poprzez ich zastosowanie jako czynnika redukującego w piecach hutniczych jest jedną z tych możliwości recyklingu, które w sposób efektywny oszczędzają zasoby ropy naftowej. W tym przypadku główną korzyścią nie jest generowanie ciepła, jak to ma miejsce w przypadku bezpośredniego spalania, ale wytwarzanie surowców, jak tlenek węgla (składnik gazu syntezowego), potrzebnych do przekształcania rudy żelaza w czysty metal.

Dzięki temu technologia spalania odpadów z tworzyw sztucznych w piecach hutniczych wpisuje się w strategię oszczędzania surowców naturalnych w przyszłości.

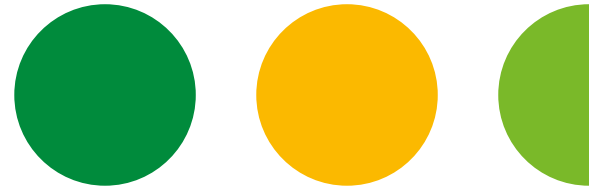
Zaniechanie składowania na wysypiskach

Obecnie w wielu krajach europejskich odpady z tworzyw sztucznych ciągle jeszcze kierowane są na składowiska. Od kilku lat w niektórych krajach jak np. w Austrii czy w Niemczech, jest to już zabronione na drodze legislacyjnej. Rozważane jest także wprowadzenie na terenie Unii Europejskiej zakazu składowania wysokokalorycznych odpadów, które powinny być wykorzystane jako surowiec wtórny lub energetyczny.

Odzysk mieszany

Są różne możliwości odzysku zużytych tworzyw sztucznych. Ale która z nich jest najbardziej właściwa?

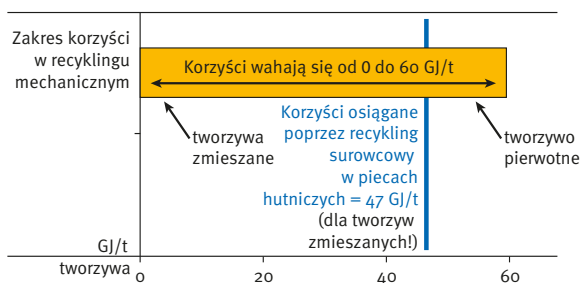
- **Recykling mechaniczny** oznacza przetwarzanie i przekształcanie zużytych tworzyw sztucznych w regranulat i uważany jest często za najlepszą metodę. W rzeczywistości jedynie 22% odpadów pokonsumenckich kwalifikuje się do tego typu przetwarzania – czyli takie, które są dostępne w postaci czystych i wyselekcjonowanych strumieni, jak np. butelki PET po napojach czy duże folie.
- **Odzysk energii** jest znacznie mniej doceniany, choć nie znajduje to faktycznego uzasadnienia. W procesie tym odpady z tworzyw sztucznych utylizowane są w celu wytworzenia ciepła, pary wodnej lub elektryczności. Jeden kilogram odpadów z tworzyw sztucznych przedstawia taką samą wartość opałową jak 1 litr paliwa. Dlatego odzysk energii to przede wszystkim korzystna opcja przetwarzania odpadów zmieszanych i zanieczyszczonych, do zastosowania wówczas, gdy sortowanie i czyszczenie jest zbyt kosztowne i energochłonne.
- **Recykling surowcowy**, taki właśnie jak gazyfikacja z wytworzeniem gazu syntezowego jako czynnika redukującego wykorzystywanego w piecu hutniczym, dobrze uzupełnia pozostałe możliwości recyklingu³.



Korzyści dla środowiska

Korzyści dla środowiska związane z różnymi procesami recyklingu zużytych tworzyw sztucznych można łatwo oszacować w sposób wymierny poprzez ilość zaoszczędzonej energii, ponieważ dzięki tym procesom oszczędzamy konkretne surowce energetyczne. Parametr ten wpływa także na poziom emisji gazów cieplarnianych. Mniej zużytej energii to mniejsza emisja gazów cieplarnianych, a więc mniejsze obciążenie dla środowiska.

Zaoszczędzone surowce



Porównanie oszczędności netto surowców energetycznych dla recyklingu mechanicznego i surowcowego?

W zależności od rodzaju procesu mechanicznego korzyści w oszczędności energii wynoszą od 0 do 60 GJ/t. Maksymalna wartość – 60 GJ/t - osiągnięta

jest tylko wtedy, gdy jednorodne i czyste frakcje odpadów plastikowych są przetwarzane na granulaty o właściwościach, pozwalających zastąpić polimer pierwotny w proporcji 1:1. Natomiast w przypadku tych procesów recyklingu, w których ze zmieszanych odpadów z tworzyw sztucznych produkuje się płyty czy dachówki itd. korzyści dla środowiska są niewielkie (lewa strona rysunku). Energia potrzebna do recyklingu równoważy efekt wynikający z zastępowania, ponieważ materiały zastępowane przez produkty z recyklingu (beton, drewno, dachówki itd.) nie wymagają tak dużo energii w procesie produkcji. Zysk energii odpowiadający zastosowaniu recyklingu surowcowego w piecach hutniczych wynosi ok. 47 GJ/t, i niewątpliwie przewyższa korzyści osiągnięte w procesach recyklingu zmieszanych odpadów z tworzyw sztucznych³.

Znaczący potencjał

Łączenie w sposób zoptymalizowany różnych możliwości odzysku i recyklingu pozwala maksymalnie wykorzystać wartość i potencjał, jakie mają odpady z tworzyw sztucznych w zakresie zastępowania surowców i udowadnia, że jest to rozwiązanie najbardziej korzystne ekologicznie i uzasadnione ekonomicznie.

Fundacja PlasticsEurope Polska

ul. Trębacka 4, pok. 109
00-074 Warszawa

tel./fax +48 22 630 99 01/10

info.pl@plasticseurope.org
www.plasticseurope.pl

PlasticsEurope AISBL

Avenue E. van Nieuwenhuyse 4/3
B-1160 Brussels - Belgium

Phone +32 (0)2 675 3297
Fax +32 (0)2 675 3935

info@plasticseurope.org
www.plasticseurope.org