

Maria WENGIEREK
Wyższa Szkoła Bankowa w Poznaniu

ODZYSK I RECYKLING JAKO METODY ZAGOSPODAROWANIA ODPADÓW W REGIONIE

Streszczenie. W artykule przedstawiono funkcjonowanie systemu logistycznego odzysku i recyklingu odpadów powstających w procesie produkcyjnym kolektorów słonecznych. Jest to przykład łańcucha logistycznego łączącego miejsca powstania odpadów z miejscami ich utylizacji. Koordynacja przepływu odpadów i surowców wtórnych obejmuje współpracujące przedsiębiorstwa w ramach takich czynności, jak: zbiórka i segregacja, przemieszczenie, gromadzenie odpadów oraz udostępnianie surowców wtórnych.

RECOVERY AND RECYCLING AS A METHODS OF WASTE MANAGEMENT IN THE REGION

Summary. The functioning of a logistic system concerning recovery and recycling of waste generated in the production process of solar collectors was presented in the article. It is an example of a logistic chain connecting a place where wastes are produced with a place where they are utilized. Coordination of the flow of wastes and a secondary raw materials comprises cooperating enterprises in the scope of operations such as: collection and segregation, relocating, stockpiling of waste secondary raw materials accessible.

1. Wprowadzenie

Tradycyjne działania zmierzające do zagospodarowania odpadów, a tym samym minimalizacji pozostałości, to m.in.:

- redukcja odpadów u źródła,
- zwracanie do obiegu,
- zastępowanie składników.

Według Światowego Centrum Środowiska (WEC) minimalizacja odpadów to zbiór czynności mających na celu zwiększanie skuteczności wykorzystania surowców stosowanych w procesie produkcyjnym przedsiębiorstwa i w konsekwencji ograniczenie lub eliminację strumieni odpadów¹.

Metodą umożliwiającą uzyskanie surowców wtórnych, które następnie są wykorzystywane w kolejnym procesie produkcyjnym, jest odzysk. Definicja odzysku w rozumieniu Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach jest bardzo szeroka i obejmuje wszelkie działania na produkcie odpadowym niestwarzające zagrożenia dla zdrowia i życia ludzi lub środowiska, które polegają na wykorzystaniu odpadów w całości lub w części, a także zmierzają do odzyskania z odpadów materiałów, substancji lub energii.

Przez pojęcie recyklingu rozumie się taki odzysk, który polega na powtórny przetwarzaniu substancji lub materiałów zawartych w odpadach w procesie produkcyjnym w celu uzyskania substancji lub materiału o przeznaczeniu pierwotnym lub o innym przeznaczeniu, w tym też recykling organiczny, z wyjątkiem odzysku energii².

Zakłady zbiórki odpadów, w tym skupu metali kolorowych i złomu, są ogniwami w łańcuchu dostaw pomiędzy wytwórcami odpadów a finalnymi odbiorcami, którzy je utylizują lub wykorzystują ponownie w procesie produkcyjnym³. J. Szołtysek zwraca uwagę na pojęcie recyklingu wewnętrznego, definiując go jako najprostszą formę wdrożenia recyklingu wewnątrz przedsiębiorstwa. Polega on na ponownym użyciu pozostałości procesu produkcyjnego w tym samym bądź innym procesie.

W przypadku recyklingu zewnętrznego pozostałości są wymieniane pomiędzy dostawcą a odbiorcą. Współpraca przebiega na zasadzie transformacji odpadów – zużyty materiał z ujemną wartością ekonomiczną staje się surowcem przeznaczonym do zagospodarowania z wartością dodatnią. Oszczędności energii dzięki wykorzystaniu materiałów pochodzących z odzysku to: szkło – 30%, papier – 70%, stal – 74%, polietylen – 97%⁴.

Wytyczne Unii Europejskiej dotyczące gospodarki odpadami zakładają, że do 2015 r. odzysk odpadów w Polsce musi wynieść 60%, poziom recyklingu ma zaś osiągnąć minimum 55%⁵.

Recykling aluminium i miedzi jest celowy, gdyż:

- wykorzystanie odpadów zmniejsza dziesięciokrotnie koszty produkcji aluminium w porównaniu z jego produkcją z rudy,

¹ Doniec A.: Światowe Centrum Środowiska. Minimalizacja odpadów w przedsiębiorstwie przemysłowym. Ośrodek Zapobiegania Zanieczyszczeniu Środowiska, Łódź 1998, s. 16.

² Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach; Dyrektywa 2006/12/WE z 5 kwietnia 2006.

³ Bendkowski J., Wengierek M.: Logistyka odpadów. Procesy logistyczne w gospodarce odpadami. Tom I. Politechnika Śląska, Gliwice 2002.

⁴ Szołtysek J.: Logistyka zwrotna. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2009, s. 59.

⁵ Forowicz K.: Duże miasta muszą mieć spalarnie śmieci. „Odpady i Środowisko”, nr 3(63), 2010.

- pozwala zaoszczędzić około 95% energii potrzebnej do wytworzenia aluminium z boksytów (rudy aluminium),
- recykling aluminium zmniejsza zanieczyszczenie powietrza o 95% oraz wody o 97% w porównaniu z produkcją aluminium z rudy,
- produkcja wtórnego aluminium kosztuje 60% mniej aniżeli produkcja aluminium z boksytu, którego złoża są źródłem nieodnawialnym i ulegają stopniowemu wyczerpywaniu się.

Recykling miedzi pozwala krajom Unii Europejskiej, będącym głównym importerem miedzi, zaoszczędzić około 80% energii, którą pochłania rafinacja pierwotna, podczas gdy sam recykling wymaga użycia zaledwie 20% energii, która byłaby potrzebna do obróbki świeżo wydobytego surowca. Ponadto miedź pochodząca z odzysku nie traci swoich właściwości bez względu na to, ile razy była przetwarzana. Jest ona nadal dobra jakościowo, a jej skład chemiczny pozostaje wręcz taki sam jak w przypadku miedzi pierwotnej⁶.

Zgodnie z wytycznymi Unii Europejskiej hierarchia postępowania z odpadami na pierwszym miejscu umiejscawia zapobieganie powstawaniu odpadów, następnie ich ponowne wykorzystanie i recykling. Spalanie z odzyskiwaniem energii, składowanie lub spalanie odpadów bez odzyskiwania energii stanowi ostateczność. Zatem pierwszą czynnością związaną z postępowaniem z odpadami powinno być poddanie ich odzyskowi lub unieszkodliwianiu w miejscu ich powstawania.

Dodatkowo wytwórca odpadów jest obowiązany do stosowania takich sposobów produkcji, które zapobiegają powstawaniu odpadów lub pozwalają utrzymać na możliwie najniższym poziomie ich ilość, a także ograniczają negatywne oddziaływanie na środowisko lub zagrożenie życia lub zdrowia ludzi.

Przetwarzając surowce wtórne, ograniczamy wykorzystanie surowców pierwotnych, co przyczynia się do ochrony naturalnych zasobów i do poprawy bilansu ekologicznego. Odzyskiwanie i przetwarzanie redukuje także ilość odpadów, a tym samym ilość miejsca na składowiskach, których powiększanie wiąże się z dodatkowymi kosztami i niekorzystnymi czynnikami ekologicznymi⁷.

⁶ Gajewski M.: Gospodarka odpadami szkła, papieru, kartonu i aluminium. Prywatna Wyższa Szkoła Ochrony Środowiska, Radom 2000, s. 61.

⁷ Wengierek M.: Łańcuch logistyczny jako instrument koordynacji przepływu odpadów i surowców wtórnych. Zeszyty Naukowe, nr 21, Politechnika Śląska, Gliwice 2004.

2. Rynek kolektorów słonecznych w Polsce

Rynek kolektorów słonecznych jest dynamicznie rozwijającą się branżą, drugą po energetyce wiatrowej – średnioroczne tempo wzrostu branży kolektorów słonecznych w ostatniej dekadzie mieści się w przedziale 30-40%. Polska stała się jednym z liderów w sprzedaży i montażu kolektorów słonecznych, zajmując w europejskim rankingu czwarte miejsce tuż za Niemcami, Włochami i Hiszpanią.

W przeciągu sześciu lat zaobserwowano 5-krotny wzrost liczby zainstalowanych i użytkowanych kolektorów. W 2010 r. w Polsce zainstalowano aż 655,8 tys. m², w porównaniu do 21 000 m² zainstalowanych w roku 2000.

Obecnie w naszym kraju funkcjonują 74 firmy produkujące i dystrybuujące kolektory słoneczne, z czego ponad połowa przypada na dystrybutorów marek zagranicznych, dla których polski rynek jest bardzo atrakcyjny. Potencjalni klienci mają wybór spośród 440 marek kolektorów dostępnych na rynku.

Kolektory słoneczne zawdzięczają dzisiejszy sukces w Polsce m.in. programom dotacji (program dotacji na zakup instalacji słonecznych prowadzony przez NFOŚiGW). Tylko w 2011 r. w ramach tego programu zainstalowano ponad 81 tys. m², co stanowiło około 36% całkowitej sprzedaży. Najpopularniejsze wśród tego typu urządzeń są kolektory płaskie, które są tańsze od kolektorów próżniowo-rurowych i stanowią ponad 70% całkowitej sprzedaży na rynku. Wielu polskich producentów nie ogranicza się jedynie do rynku wewnętrznego i decyduje się na eksport swoich produktów. Blisko 50% urządzeń produkowanych w Polsce jest sprzedawanych poza granicami kraju, tj. w Niemczech, Hiszpanii, Portugalii, Wielkiej Brytanii, Szwecji, Finlandii, Republice Czeskiej oraz Słowacji⁸.

Według stanu z czerwca 2012 r. w woj. śląskim wykonano 3282 instalacje kolektorów słonecznych, podczas gdy ogólnie w całej Polsce południowej (woj.: dolnośląskie, śląskie, opolskie, małopolskie, podkarpackie) wykonano ich 18 392⁹.

3. Recykling jako metoda ograniczania odpadów. Studium przypadku

Firma Hewalex z siedzibą w Bielsku-Białej, spółka z ograniczoną odpowiedzialnością, spółka komandytowa, jest najstarszym polskim producentem urządzeń techniki słonecznej. Od ponad 20 lat firma ta specjalizuje się w produkcji kolektorów słonecznych, zdobywając cenne doświadczenie w projektowaniu i wdrażaniu instalacji solarnych.

⁸ Więcka A., Nalewajko M.: Rynek kolektorów słonecznych w Polsce. Raport. Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa 2012, s. 8.

⁹ <http://czystegrzanie.pl/dotacje>.

Podstawą profilu produkcyjnego firmy są kolektory słoneczne, w szczególności płaskie. Płaskie kolektory słoneczne są oferowane w wielu wariantach wykonania, dopasowanych do indywidualnych potrzeb każdego odbiorcy, oraz zróżnicowane pod względem zastosowanego pokrycia absorpcyjnego, które mogą stanowić: czarny chrom (kolektory typu SL, SLP) lub tlenki tytanu eta plus BlueTec (kolektory typu TP, TLP). Zaledwie 20% kolektorów słonecznych ma warstwę chromową – reszta zawiera tzw. warstwę BlueTec (na bazie tlenków tytanu i krzemu).

Płaskie kolektory słoneczne serii KS są oferowane w różnych wersjach w zależności od rodzaju zastosowanego absorbera:

- Cu-Cu (blacha miedziana i orurowanie miedziane), kolektory typu: KS2000 TP/TLP oraz KS2000 SP/SLP,
- Al-Cu (blacha aluminiowa i orurowanie miedziane), kolektory typu: KS2000 TP AC/TLP AC,
- Al-Al (blacha aluminiowa i orurowanie z aluminium), kolektory typu KS2000 TP Am/TLP Am¹⁰.

W cyklu życia produktu kolektor słoneczny jest urządzeniem w okresie wzrostu. Pierwszy montaż instalacji słonecznych w Polsce zaczął się w latach 1996-1998. Żywotność kolektora słonecznego jest określana na 25 lat. W związku z powyższym opisywany produkt nie uległ jeszcze zużyciu.

3.1. System logistyczny odpadów powstających w procesie produkcyjnym kolektorów słonecznych

3.1.1. Dostawcy

W systemie logistycznym procesu produkcyjnego występują dostawcy surowców i materiałów oraz dostawcy wadliwych kolektorów. Firma Hewalex współpracuje z dostawcami materiałów z terenu woj. śląskiego, małopolskiego i lubuskiego. Do dostawców produkujących materiał odpowiadający rozmiarom standardowego kolektora należą:

- dostawca warstwy aluminiowej do konstrukcji absorbera – Alumetal SA,
- dostawca orurowania miedzianego – Aurubis AG,
- dostawca wełny mineralnej – Rockwool Polska Sp. z o.o.

Przykładowo Alumetal SA dostarcza materiał w postaci aluminiowego zwoju o szerokości jednego metra, który specjalna maszyna tnie na prostokąty. Jeżeli ostatni z arkuszy nie odpowiada standardowym rozmiarom, pojawia się odpad. Z kolei dostawca

¹⁰ www.hewalex.pl.

oruwania Cu ϕ 18 produkuje i sprzedaje je w rozmiarze, który nie odpowiada standardowym gabarytom kolektora.

Jeżeli z przyczyn niekorzystnych warunków atmosferycznych bądź w wyniku niewłaściwego sposobu użytkowania instalacji solarnej kolektor ulegnie zdeformowaniu, dostawcą może okazać się również użytkownik instalacji termicznej. Druga kategoria dostawców obejmuje więc dostawców wadliwych kolektorów z powodu zdeformowanej szyby lub warstwy absorpcyjnej.

3.1.2. Proces produkcji kolektora płaskiego – rodzaje powstających odpadów

W procesie produkcyjnym kolektora firmy Hewalex są wykorzystywane głównie takie materiały, jak aluminium (obudowa, absorber, orurowanie), miedź (absorber, orurowanie), szkło hartowane (warstwa szklana), wełna mineralna i welon szklany.

Kolektor płaski typu KS2000 SLP składa się z kilku podstawowych elementów: obudowa kolektora, warstwa izolacyjna, absorber, szyba z obramowaniem. Każdy z tych elementów jest przygotowywany równolegle i w końcowym etapie produkcji montowany z pozostałymi elementami w gotowy kolektor. Standardowy kolektor ma rozmiar od około 1,5 m² do 2,5 m², a jego waga waha się w granicach od 35 kg do 50 kg.

Proces konstrukcji kolektora słonecznego firmy Hewalex rozpoczyna się od przygotowania dolnej części kolektora, którą stanowi obudowa wykonana z arkusza blachy aluminiowej o grubości 1 mm. Arkusz blachy aluminiowej odcina się w czterech narożnikach, aby móc pozaginać boki krótkie i długie. W arkuszu są także wycinane cztery otwory na złączkę kolektora i odpowietrzniki (w celu lepszej filtracji powietrza). Następnie – aby nadać mu odpowiedni kształt – jest on poddawany gięciu na krawędziarce hydraulicznej. Za pomocą robota spawalniczego łączone są krawędzie, co zapewnia szczelność całej obudowie.

Po spawaniu obudowa jest poddawana procesowi odtłuszczenia i pasywacji w specjalnej komorze, suszeniu w suszarce elektrycznej i pokrywana farbą proszkową w komorze lakierniczej. Pokryte proszkiem obudowy wygrzewane są w komorowym wygrzewaczu. Polakierowane obudowy na specjalnych wózkach są przewożone na oddział montażu.

Na dnie obudowy umieszcza się warstwę izolacyjną, którą stanowi wełna mineralna o grubości od 50 mm do 55 mm (w zależności od typu kolektora). Ściany boczne kolektora są nią również wykładane, co tym samym zabezpiecza przed utratą ciepła (grubość 20 mm). Na warstwę izolacyjną nakłada się tzw. welon szklany. Jest to cienka, czarna powłoka wykonana z włókna szklanego, którą nakłada się głównie ze względów estetycznych. Wszystkie te warstwy zapewniają małe straty ciepła do otoczenia oraz odporność na wysokie temperatury pracy.

Kolejną warstwę stanowi absorber, jedna z najważniejszych części kolektora, gdyż to ona ma za zadanie pochłanianie (absorpcję) promieni słonecznych i przetransportowanie ich do czynnika grzewczego – glikolu krążącego w orurowaniu instalacji solarnej. Absorber składa się z orurowania miedzianego bądź aluminiowego – w zależności od typu kolektora – oraz z przyłączonej do niego warstwy absorpcyjnej aluminiowej lub miedzianej, pokrytej czarnym chromem lub tlenkiem tytanu i krzemu – tzw. warstwa BlueTec eta plus – a także złączek mosiężnych połączonych ze sobą w odpowiedni sposób. Warstwa BlueTec lepiej absorbuje promienie słoneczne (absorpcja 95%), z kolei warstwa chromowa nie zmienia swoich właściwości w całym cyklu życia produktu.

Przedostatnim etapem budowy kolektora jest nałożenie powłoki szklanej, czyli szkła hartowanego o bardzo dużej przepuszczalności promieniowania słonecznego (powyżej 90%). Szyba ta ma obniżoną zawartość tlenku żelaza, by przepuścić do wnętrza kolektora jak najwięcej promieni słonecznych. Powłoka szklana stosowana w kolektorach firmy Hewalex cechuje się przepuszczalnością promieniowania na poziomie 91,6%.

Zanim umieści się powłokę szklaną jako ostatnią warstwę kolektora, następuje jej sklejenie z ramą aluminiową za pomocą specjalnego kleju w celu uszczelnienia kolektora. Montaż ostateczny kolektora polega na wypełnieniu obudowy na bokach izolacją z wełny mineralnej, włożeniu absorbera, zabezpieczeniu złączek wystających przez otwory w obudowie uszczelkami z gumy i „zamknięciu” obudowy szybą z obramowaniem, która jest przyklejona do obudowy¹¹.

W firmie Hewalex występują dwa rodzaje odpadów.

1. Odpady powstające w czasie procesu technologicznego:

- fragmenty obudowy aluminiowej wytwarzane przy cięciach obudowy, aby mogła być właściwie zmontowana (odcięcie 4 narożników),
- kółka o średnicy \varnothing 34 mm wycięte na dłuższych bokach obudowy, aby w tych miejscach wkręcić króćce przyłączeniowe (złączki),
- odcinki z rurek miedzianych o rozmiarze około 4 cm (2 cm z każdej strony),
- odpad w postaci warstwy miedzianej/aluminiowej ze zwoju (jeżeli jest to ostatni odcinek warstwy).

W procesie produkcyjnym kolektora słonecznego wykorzystywane są dwa rodzaje orurowania miedzianego – rura Cu \varnothing 8 i rura Cu \varnothing 18. Rura Cu \varnothing 8 jest rozwijana z kręgów, a następnie prostowana i obcinana na wymaganą długość. Jeżeli ostatni z odcinków nie odpowiada gabarytom standardowego kolektora, generuje się odpad. Z kolei rura Cu \varnothing 18 jest dostarczana w 5-metrowych odcinkach. Rury są zbyt długie, dlatego z powodu określonych wymiarów orurowania należy je przyciąć z obydwu stron. Tnie się je na pile na 5 odcinków

¹¹ www.budujemydom.pl/kolektory-sloneczne/83-kolektory-sloneczne.

po 996 mm, stąd z każdego 5-metrowego odcinka powstaje odpad o wielkości około 2 cm. Odpady przemysłowe charakteryzują się masowością i regularnym występowaniem.

W procesie produkcyjnym używa się również specjalnych klejów. Służą one do sklejenia poszczególnych warstw kolektora: szyby z ramkami oraz szyby kompletnej z obudową. Klej stanowi odpad niebezpieczny, jednak w czasie produkcji nie powstają odpady kleju, odpadem są jedynie opakowania po zużytych klejach. Odpadów nie generuje również farba proszkowa, która znajduje się w komorze lakierniczej, służąca do pokrycia odtłuszczonej obudowy, gdyż jest ona przefiltrowywana i ponownie używana.

W przypadku wadliwej szyby solarnej odpad stanowi nie tylko szyba kolektora, lecz także może nim być warstwa absorpcyjna, przy czym odpadem nie jest warstwa z czarnego chromu, ale stanowi go warstwa Tinox, gdyż nie podlega ona powtórnemu procesowi galwanizacji. Proces ten składa się z kilku etapów:

- odtłuszczenie blachy miedzianej,
- niklowanie,
- nałożenie warstwy chromu,
- płukanie.

Tak przygotowaną warstwę zostawia się do osuszenia. Kąpiele chemiczne, w których zanurza się absorber, są regularnie wymieniane. Wycieńczone roztwory oddaje się, po wcześniejszym zneutralizowaniu, do przedsiębiorstwa kanalizacyjnego Aqua, które je utylizuje.

2. Odpady niezwiązane z procesem produkcyjnym:

- pęknięta szyba hartowana (np. z powodu silnego gradu),
- odpady w postaci wygiętej warstwy aluminiowej – wada transportu,
- odpady w postaci rurek miedzianych lub warstwy aluminiowej powstające z winy człowieka lub z powodu nieprawidłowego przycięcia materiału przez maszynę,
- uszkodzone kolektory podczas składowania przez hurtownie.

Odpady te charakteryzują się niewielką ilością, brakiem regularności i pewności występowania.

Najczęstsze przyczyny wad kolektorów wyprodukowanych w latach 2003-2012 to:

- stara izolacja kauczukowa warstwy chromowej – przez zużycie powstaje osad na szybie, co powoduje słabszą wydajność,
- rozbita szyba z powodu wad transportowych,
- rozmrożenie kolektora – glikol stracił swoje właściwości,
- zaparowanie kolektora przez drobną nieuszczelnienie – autoryzowany dealer przy instalacji za mocno dokręcił rurkę $\varnothing 18$, w konsekwencji rurka pęka i glikol przedostaje się na wełnę mineralną, powodując parowanie szyby,
- nieuszczelnienie absorbera.

W tabeli 1 przedstawiono odpady powstałe w latach 2010-2012.

Tabela 1

Odpady wygenerowane w latach 2010-2012 w firmie Hewalex

Rodzaj odpadu	Ilość w kg, 2010 r.	Ilość w kg, 2011 r.	Ilość w kg, 2012 r.	Cena za kg
Aluminium	2000	3100	5000	3-4 zł
Miedź	950	1400	880	18 zł

Źródło: dokumentacja firmy Hewalex. Bilans odpadów.

Liczba powstałych odpadów wzrosła w roku 2011. Jest to związane głównie ze zwiększoną aktywnością firmy w sektorze energii odnawialnych. W 2011 r. firma zanotowała ponad 60% wzrost sprzedaży w stosunku do 2010 r., z czego na rynek zachodni przypada 11%. W 2012 r. firma wprowadziła do produkcji kolektor wykonany w dużej mierze z aluminium (orurowanie i absorber), co spowodowało zwiększenie ilości odpadów aluminiowych do 5000 kg. Zainteresowanie potencjalnych użytkowników instalacji nowym i tańszym produktem spowodowało zwiększenie produkcji w 2012 r., co jednocześnie wpłynęło na wzrost ilości odpadów technologicznych. Ilość odpadów miedzianych z kolei zmniejszyła się prawie o połowę. Wynika to z modyfikacji procesu produkcyjnego, co z kolei wpłynęło na redukcję ilości złomowanych absorberów.

3.1.3. Magazynowanie

Odpady składowane są w specjalnych pojemnikach na drewnianych paletach umieszczonych niedaleko miejsca ich powstawania. Są one magazynowane w następujący sposób:

- miedziane rurki i kawałki aluminium z warstwy absorpcyjnej – w skrzyni drewnianej,
- blacha aluminiowa – w pojemnikach plastikowych,
- kawałki ramy aluminiowej – w plastikowych pojemnikach,
- zużyte tubki kleju – w pojemnikach plastikowych na paletach,
- odpady stalowe – w kartonach tekturowych.

W przypadku uszkodzenia kolektora zdeformowana szyba trafia do kontenera.

3.1.4. Transport i warunki odbioru odpadów

W momencie gdy kontenery i skrzynie są pełne, odpady zostają wywiezione za pomocą wózka widłowego do osobnego pomieszczenia. Tam są przechowywane do czasu zgromadzenia odpowiedniej ilości, a następnie przekazywane do konkretnych odbiorców – skupu metali kolorowych, skupu złomu, firm budowlanych – w celu ponownego zagospodarowania. Firma nie współpracuje z firmami produkującymi welon szklany. Odbiorcy posiadają zakłady zlokalizowane wyłącznie na terenie woj. Śląskiego, głównie w Bielsku-Białej. Są to również: galwanizernia (warstwa chromowana – w przypadku uszkodzenia warstwy absorpcyjnej) i użytkownik instalacji (w przypadku ponownie chromowanej warstwy absorpcyjnej). Firma poszukuje odbiorcy odpadów z szyby hartowanej.

Przedsiębiorstwo P.H.U Euforia, zajmujące się segregacją odpadów, skupuje od firmy Hewalex odpady w postaci ścinków i kawałków profili aluminiowych. Raz bądź dwa razy w miesiącu wspomniana firma organizuje wywóz odpadów do kolejnego przedsiębiorstwa, które gromadzi odpady w 30-tonowych kontenerach. Stamtąd trafiają one bezpośrednio do huty aluminium, gdzie następuje przetwarzanie złomu aluminiowego. W przypadku firmy skupującej surowce wtórne w Bielsku-Białej transport odpadów miedzianych do najbliższej huty miedzi również odbywa się za pośrednictwem przedsiębiorstw zajmujących się zbiórką i segregacją większej ilości odpadów.

Odbiór odpadów w firmie Hewalex odbywa się cyklicznie, średnio raz w miesiącu, po otrzymaniu informacji od odbiorcy w formie zgłoszenia pisemnego lub telefonicznego, w uzgodnionym wcześniej przez obie strony terminie. Odpady są umieszczane w pojemnikach transportowych, jak stalowe i drewniane skrzynie oraz pojemniki plastikowe, które są własnością firmy produkcyjnej. Nie istnieje żadne ograniczenie wagowe narzucone przez odbiorcę odpadów. Wywóz odpadów jest realizowany za pośrednictwem własnego transportu samochodowego.

Kierowca pobiera dokument w postaci karty przekazania odpadu i wyjeżdża z nim do odbiorcy. Podstawą zapłaty za wykonaną usługę jest prawidłowo sporządzona, w ciągu siedmiu dni od daty odbioru, faktura VAT, wystawiona na podstawie karty przekazania odpadu i aktualnego cennika. Koszty transportu ponosi wytwórca odpadów – firma Hewalex.

4. Podsumowanie

Działalność przedsiębiorstwa produkcyjnego wiąże się z powstawaniem produktów ubocznych zwanych odpadami przemysłowymi. Odpady technologiczne stanowią ponad 90% całkowitej ilości odpadów wytwarzanych w Polsce. W celu zmniejszenia ogólnej ilości odpadów w regionie są stosowane różne metody ich zagospodarowania. Jedną z nich jest utylizacja, tj. wykorzystanie odpadowych surowców i produktów procesu przemysłowego. Najkorzystniejszym z ekonomicznego i ekologicznego punktu widzenia sposobem zagospodarowania odpadów jest likwidacja odpadów u „źródła” lub wykorzystanie ich jako surowców wtórnych w innych procesach. Ponowne przetworzenie odpadów nosi nazwę recyklingu.

Wnioski z badań o charakterze ogólnym

- W każdym przypadku, jeśli tylko jest to możliwe, jest celowy odzysk surowców z pozostałości poprodukcyjnych w miejscach ich powstawania.
- Jeżeli dla obecnie wytwarzanych odpadów brak jest możliwości ich właściwego zagospodarowania (technicznych, ekonomicznych, ekologicznych), celowe są: odzysk

surowców z odpadów i ich unieszkodliwianie w obiektach gospodarki odpadami o charakterze regionalnym.

- Prawidłowo funkcjonujący system logistyczny odzysku i recyklingu odpadów powstających w procesie produkcyjnym kolektorów słonecznych może się przyczynić do zredukowania ilości wytwarzanych odpadów.
- Przez zbiórkę i utylizację odpadów powstających w procesie produkcyjnym kolektorów słonecznych możliwe jest odzyskanie materiałów, które można powtórnie wykorzystać.
- Odbiorcami otrzymanych w wyniku utylizacji odpadów są przedsiębiorstwa mające aktualne zezwolenia na prowadzenie działalności dotyczącej powtórnego ich wykorzystania.
- Zintegrowane podejście do monitorowania „cyklu życia wyrobów”, począwszy od sfery projektowania, konstruowania wyrobów, do zbytu ich pozostałości (realizacja strategii ekoprojektu), może się przyczynić do zredukowania ilości wytwarzanych odpadów.

Wnioski z badań o charakterze praktycznym

- Elementy kolektorów, które mogą być poddane recyklingowi, w katalogu odpadów oznaczone są kodem 17 04 jako odpady i złomy metaliczne oraz stopów metali. Odpady z miedzi i aluminium oznaczone są kolejno kodami 17 04 01 i 17 04 02. Odpadem niebezpiecznym w przypadku kolektorów jest glikol etylenowy, oznaczony kodem 16 01 14*, jako płyn zapobiegający zamarzaniu, zawierający niebezpieczne substancje.
- Główny element kolektora słonecznego, tzw. absorber, składa się z orurowania miedzianego lub aluminiowego oraz z przymocowanej do niego warstwy absorpcyjnej, głównie z aluminium lub miedzi. Łączenie płyty i orurowania wykonanych z aluminium jest korzystne z uwagi na ich jednakowe właściwości fizyczne, brak ryzyka korozji pomiędzy materiałami, a także możliwości łatwiejszego recyklingu w przyszłości. Zastosowanie absorbera typu Al-Al pozwala obniżyć ogólne koszty produkcji warstwy selektywnej, jednak powoduje zwiększenie ilości odpadów aluminiowych w stosunku do odpadów miedzianych.
- Ilość odpadów technologicznych zależy od polityki energetycznej w kraju (sektor termicznej energetyki w Polsce), decyzji o zwiększeniu dotacji do kredytów na zakup kolektorów słonecznych oraz perspektywy finansowania tych inwestycji w ramach polityki spójności Unii Europejskiej na lata 2014-2020, a w konsekwencji – od popytu na dany produkt.

- Ilość odpadów niezwiązanych z procesem produkcyjnym zależy od sytuacji meteorologicznej kraju oraz od ingerencji człowieka (w czasie produkcji, transportu, magazynowania, użytkowania).
- Wybór rodzaju pokrycia warstwy absorpcyjnej, np. czarnym chromem lub tlenkiem tytanu (tzw. Tinox) i krzemem, decyduje o zastosowaniu recyklingu wewnętrznego (ponowna galwanizacja) lub zewnętrznego (przekazanie odpadów do skupu złomu i metali kolorowych, jako cennych surowców wtórnych).
- Zamawianie u dostawców materiałów na wymiar lub zakup gotowych części (obudowa) może ograniczyć ilość powstających odpadów technologicznych oraz koszty związane z ich zagospodarowaniem. Jest to jednak związane z warunkami sprzedaży, jakie oferują dostawcy, oraz opłacalnością ekonomiczną takich rozwiązań w firmie produkcyjnej.
- Zastosowanie innowacyjnych metod zagospodarowania odpadów powstających w procesie produkcyjnym (np. metoda zaprasowania rur miedzianych za pomocą muf łączących) może skutecznie ograniczyć ich ilość. Jednak musi to być zgodne z planem gospodarki odpadami w przedsiębiorstwie oraz uzasadnione ekonomicznie.
- Zastosowanie bezodpadowych technologii i najnowocześniejszych urządzeń w procesie produkcyjnym absorbera (spawanie laserowe oraz zgrzewanie ultradźwiękowe) w miejsce lutowania wpływa na minimalizację odpadów i ochronę środowiska naturalnego.

Reasumując, należy stwierdzić, że rezultaty zorganizowanego systemu recyklingu odpadów powstających w procesie produkcyjnym kolektorów słonecznych są następujące:

1. aspekt ekonomiczny:

- pozyskanie składników o charakterze surowców wtórnych, a tym samym możliwość substytucji surowców naturalnych odpadami,
- ograniczenie powstawania odpadów technologicznych przez dostarczanie materiałów na wymiar lub zakup gotowych części,
- zastąpienie metody lutowania przez nowoczesne technologie nie wymaga zakupu dodatkowych materiałów (topniki),
- w najbliższej przyszłości – nowa branża działalności gospodarczej – powstanie zakładów odzysku i recyklingu zużytych kolektorów słonecznych;

2. aspekt legislacyjno-prawny:

- zasada odpowiedzialności producenta za odzysk i poddanie recyklingowi odpadów produkcyjnych,
- spełnia dyrektywy UE;

3. aspekt produkcyjny:

- na etapie projektowania – możliwość ograniczenia stosowania substancji niebezpiecznych (płyn solarny w postaci glikolu – użycie nietoksycznego glikolu propylenowego w miejsce niebezpiecznego glikolu etylenowego),
- zastosowanie nowoczesnych metod, technologii i nowych materiałów przyczyniło się do zwiększenia wytrzymałości i odporności absorberu na korozję oraz redukcji ilości złomowanych absorberów i poprawy ich jakości, a tym samym do przedłużenia cyklu życia kolektorów,
- zwiększenie bezpieczeństwa pracy;

4. aspekt ekologiczny:

- zastosowanie technologii spawania laserem ograniczyło do minimum trujące opary z procesów lutowania oraz hałas emitowany w procesie zgrzewania ultradźwiękowego,
- wyeliminowanie kar za przekroczenie norm jakościowych środowiska dotyczących oparów (tlenków azotu, węgla, miedzi).

Bibliografia

1. Bendkowski J., Wengierek M.: Logistyka odpadów. Procesy logistyczne w gospodarce odpadami. Tom I. Politechnika Śląska, Gliwice 2002.
2. Doniec A.: Światowe Centrum Środowiska. Minimalizacja odpadów w przedsiębiorstwie przemysłowym. Ośrodek Zapobiegania Zanieczyszczeniu Środowiska, Łódź 1998.
3. Dyrektywa 2006/12/WE z 5 kwietnia 2006 r. w sprawie odpadów.
4. Dyrektywa PE i Rady z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów. Dyrektywa 2008/98/WE.
5. Forowicz K.: Duże miasta muszą mieć spalarnie śmieci. „Odpady i Środowisko”, nr 3(63), 2010.
6. Gajewski M.: Gospodarka odpadami szkła, papieru, kartonu i aluminium. Prywatna Wyższa Szkoła Ochrony Środowiska, Radom 2000.
7. <http://czystegrzanie.pl/dotacje>.
8. Szołtysek J.: Logistyka zwrotna. Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2009.
9. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach. DzU nr 62, poz. 628.
10. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach. DzU 2013, nr 0, poz. 21.
11. Wengierek M.: Łańcuch logistyczny jako instrument koordynacji przepływu odpadów i surowców wtórnych. Zeszyty Naukowe, nr 21, Politechnika Śląska, Gliwice 2004.

12. Więcka A., Nalewajko M.: Rynek kolektorów słonecznych w Polsce. Raport. Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa 2012.
13. www.budujemydom.pl/kolektory-sloneczne/83-kolektory-sloneczne.
14. www.hewalex.pl.

Abstract

1. As far as possible, it is always an expedient solution to recover raw materials from production waste at the source of waste production.
2. If there are no possibilities for further utilization of the waste produced (for technical, economic or other, environmentally relevant reasons), raw material recovery from production waste is expedient, as well as is waste neutralization in the facilities of regional scale.
3. A properly functioning logistic system of recovery and recycling of waste generated in the production process of solar collectors may cause a reduction of an amount of produced wastes.
4. Through the collection and utilization of waste generated in the production process of solar collectors it is possible to recycle materials which can be used again.
5. The consumers of materials obtained by utilization of wastes are enterprises which have up-to-date permissions to run a business in the secondary usage of wastes.
6. The integrated approach to monitor “life-cycle of a product”, starting from project, construction of the products till spending their residues (application of strategy of ecoproduct) can cause reduction of the amount of produced products.