

Janusz MICHALSKI¹, Zenon TARTAKOWSKI²

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Elektryczny (1)
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Instytut Inżynierii Materiałowej (2)

RECYKLING ODPADÓW ELEKTRYCZNYCH I ELEKTRONICZNYCH

Abstract. Today we observe an increase of the amount of waste of electrical and electronic products, which pose to be a serious threat to the environment. Specially dangerous are postconsumer waste products of next generation lighting like compact fluorescent lamp, which contain potentially hazardous substances. Mostly, they are made of several different compounds. Particularly inside of the glass part, a tube, components such a mercury, which are dangerous to the environment can be find. A significant amount of this kind of waste landed together with domestic waste on landfills and bring more contaminations to the environment. Existing EU directives on waste disposal and recycling of electrical and electronic enforce reducing the amount of waste, their rational utilization and minimizing adverse effects on the environment. The paper presents the problems of recycling of compact fluorescent lamp. An analysis of use of recyclates of polymeric materials in the production of such products is done. We analyzed the possibility of replacing the existing polymers with the biodegradable materials such as PLA.

Keywords: recycling, waste of electrical and electronic , electrotechnical product, PLA

Wstęp

Wprowadzone przez UE dyrektywy WEEE mające na celu zminimalizowanie szkodliwego oddziaływania na środowisko odpadów elektrycznych oraz elektronicznych oraz lepszego wykorzystania energii elektrycznej przez końcowego użytkownika, stworzyły konieczność podjęcia określonych działań, zgodnych z polityką zrównoważonego rozwoju gospodarczego świata [1,2]. W konsekwencji są to działania zmierzające do oszczędzania i racjonalnego wykorzystania surowców energetycznych. Jak wiadomo w ostatnich latach nastąpił intensywny rozwój przemysłu elektrotechnicznego i elektronicznego a wraz z nim dynamiczny wzrost ilości odpadów. Dotyczyły one wyrobów po procesie ich eksploatacji, uszkodzonych, jak również nie odpowiadających określonym wymaganiom pod względem zużycia energii, zastosowanych szkodliwych dla środowiska składników, wydzielania ciepła itp. Stąd też priorytetowym działaniem dla nauki i przemysłu stały się prace w kierunku racjonalnej utylizacji istniejących odpadów oraz ciągle powstających nowych, wykorzystania odzyskanych materiałów celem ponownego ich zagospodarowania oraz aplikacji nowych, przyjaznych dla środowiska materiałów, które zastąpiłyby dotychczas używane, stwarzające problemy podczas recyklingu. Dotychczas największą grupę odpadów stanowią kable i przewody energetyczne natomiast od dłuższego czasu znacząco wzrasta ilość odpadów „elektronicznych”. Istnieje szereg rozwiązań przemysłowych w zakresie recyklingu kabli energetycznych, sprzętu elektrycznego i elektronicznego, który sprowadza się do ich recyklingu materiałowego, którego efektem końcowym są odzyskane materiały polimerowe oraz metale. Materiały polimerowe zwłaszcza tworzywa termoplastyczne mogą mieć zastosowanie na wyroby techniczne i tematyka ta była wielokrotnie przedstawiana w pracach autorów (J. Michalski, Z. Tartakowski) [3,4].

VII Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2012

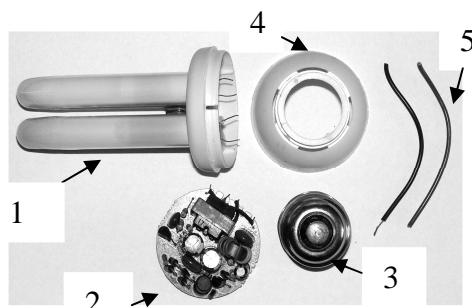
Wieloletnie doświadczenia autorów, wynikające ze współpracy z Zakładami Sortowania i Zbiórki Odpadów dowodzą, że znaczne ilości odpadów elektrotechnicznych i elektronicznych coraz częściej znajdują się wśród zmieszanych odpadów komunalnych, stanowiąc niezwykle istotne zagrożenie dla środowiska. Szczególnie dotyczy to uszkodzonych wyrobów oświetleniowych (potłuczona część szklana), które jako tzw. balast, są składowane na wysypiskach. Znajdujące się w nich pozostałości po rtęci stanowią szczególne niebezpieczeństwo zwłaszcza, że w większości balast ten jest narażony na aktywne działania czynników atmosferycznych. Pod działaniem wody niebezpieczne związki są wyłukiwane a następnie przenikają do ziemi z możliwością skażenia wód gruntowych. Aktualna polityka w zakresie wymiany tradycyjnych żarówek żarowych (próżniowych) na kompaktowe oprócz znacznych korzyści ekologicznych niesie za sobą również i zagrożenia dla środowiska. Dotychczas żarówki próżniowe będące w odpadach komunalnych (całe lub uszkodzone) podlegały procesowi sortowania na równi z innymi odpadami, przy czym części szklane były oddzielane w trakcie rozdziału odpadów w przesiewaczu obrotowym zaś metalowe elementy wyłapywano w sortowniku magnetycznym. W przypadku żarówek kompaktowych taki proces jest niemożliwy ze względu na niebezpieczeństwa związane z częścią szklaną (rtęć) oraz wieloskładnikową częścią elektroniczną w obudowie z tworzywa polimerowego.

Jak wynika z informacji organizacji ekologicznych w Polsce w latach 2009 -2010 rocznie procesowi wymiany winno podlegać ok. 60 mln żarówek. Stąd też istnieje problem dotyczący utylizacji tych wyrobów ponieważ **brak** jest odpowiednich systemów logistycznych w zakresie ich zbiórki oraz/i składowania. Aktualnie nie są prowadzone żadne prace systemowe w zakresie technologii utylizacji oraz wykorzystania powstałych odpadów **a przynajmniej autorom niniejszych badań o tym nie wiadomo.**

W pracy przedstawiono problematykę recyklingu żarówek kompaktowych, dokonano analizy możliwości wykorzystania poszczególnych części żarówki do recyklingu. Szczególną uwagę zwrócono na elementy z tworzyw, które nadają się do wykorzystania. Analizowano możliwość zastosowania materiałów biodegradowalnych na wybrane elementy obudowy żarówki kompaktowej uwzględniając aspekty eksploatacyjne, technologiczne oraz ekologiczne materiału.

Analiza materiału

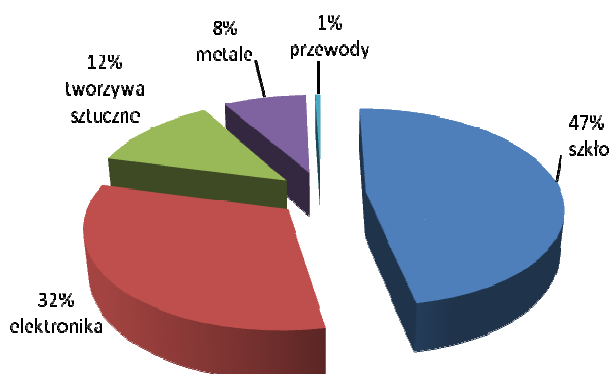
Obecnie w użyciu znajduje się szereg żarówek kompaktowych, różniących się mocą, sposobem wykonania oraz użytymi podzespołami elektronicznymi. Zasadniczo w żarówkach tych można wyróżnić 5 podstawowych zespołów (rys.1), które mogą być przedmiotem utylizacji i dalszego wykorzystania.



Rys.1. Żarówka kompaktowa „energooszczędna” (1-część szklana, 2-zespół elektroniczny, 3-część metalowa, 4-oprawa z tworzywa polimerowego, 5-przewody elektryczne)

VII Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2012

Udział poszczególnych zespołów w żarówce przedstawia rys.2



Rys.2. Udział masowy poszczególnych zespołów żarówki kompaktowej

Najkorzystniej byłoby przeprowadzić utylizację całej żarówki. Ze względu na zastosowanie w części szklanej rtęci (od 2mg do 10 mg), wyrób, jako całość nie może być poddany utylizacji, gdyż niekontrolowane uwolnienie rtęci może spowodować skażenie środowiska. Dokonana analiza konstrukcji żarówki pozwala na rozdzielanie poszczególnych zespołów i poddanie ich utylizacji. Proces rozdziału jest pracochłonny zaś utylizacji - wieloetapowy.

Przeprowadzona analiza materiałowa opraw pochodzących od dwóch różnych producentów żarówek (Philips, produkt z oznaczeniem EU) przy użyciu spektroskopii w podczerwieni IR wykazała, że oprawa jest wykonana z PBT (Polybutylene terephthalate) zaś dalsze badania mikroskopowe wykazały, że materiał jest modyfikowany napełniaczem nieorganicznym. Rozpoznanie materiału jest możliwe poprzez zastosowanie IR. W przypadku przemysłowych linii sortowniczych z zastosowaniem rozpoznawania w podczerwieni IR, czujniki ustawione są na długość promieni odpowiadające materiałom tradycyjnym jak PE, PP, PS, PVC, PET - zatem materiał ten (PBT) jest przez czujniki nierozpoznawalny, Jego cechy zewnętrzne są zbliżone do innych materiałów jak np. POM i wspólne ich przetwarzanie jest niemożliwe.

Znaczne trudnienia w procesie utylizacji i konieczność prowadzenia jej wieloetapowo występuje przy zespole elektronicznym. Proces rozdrabniania przy użyciu młynów nożowych z zespołem sit o wielkości oczek do 15 mm pozwala na rozdrobnienie materiału. Materiał jest niejednorodny, zawierający szereg elementów nierozdrobnionych i wymagający dalszego rozdziału ze względu na metale. Sortowanie materiału pod względem wielkości i czystości cząstek pozwala na wydzielenie frakcji mniejszych stanowiących nie więcej niż 10 % ogólnej masy. Ta technologia jest ekonomicznie nieopłacalna, ponadto jest problem z wykorzystaniem otrzymanego materiału.

Utylizacja części metalowej nie stwarza problemów. Materiał po procesie prasowania może zostać poddany dalszemu przetwarzaniu - znajdujące się drobne wtrącenia polimerowe nie mają istotnego znaczenia dla dalszego przetwórstwa metalu.

VII Lubuska Konferencja Naukowo-Techniczna – i-MITEL 2012

Znajdujące się przewody stanowią poniżej 1 % i ich odzysk (recykling) jest teoretycznie możliwy, natomiast praktycznie powinny być poddane recyklingowi łącznie z oprawą metalową żarówki.

Badania materiałowe i rezultaty badań

Przeprowadzone zostały badania recyklatu uzyskanego z opraw wykonanych z PBT. Wykonano badania recyklatu pod względem właściwości :

- fizycznych
- przetwórczych
- mechanicznych

Przy ustaleniu zakresu badań przyjęto, że materiał będzie przeznaczony na wyroby techniczne.

Recyklat posłużył również do wykonania kompozytów materiałowych z udziałem od 10 do 30% napełniaczy nieorganicznych w postaci popiołów lotnych PL, które również poddano badaniom.

Recyklat PBT uzyskano z rozdrabniania opraw żarówek. Ze względu na brak takiego recyklatu u producentów, posłużono się materiałem wytworzonym w ramach prowadzonych badań pilotażowych. Łącznie otrzymano 2800 g materiału, z którego wykonano również i kompozyty materiałowe.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że materiał posiada dobre właściwości przetwórcze, jego skurcz materiałowy jest w zakresie 0,1- 0,3 % - przy czym jest to również powodowane napełniaczem znajdującym się w recyklocie. Właściwości mechaniczne są porównywalne z PBT pierwotnym (prod. Celanex PBT, dane katalogowe). Przeprowadzone badania były traktowane jako rozpoznawcze i będą kontynuowane.

Wnioski

Brak logistyki w zakresie żarówek kompaktowych a przyszłościowo i innych zbliżonych elementów oświetleniowych będzie stanowił zagrożenie dla środowiska ponieważ aktualnie odpady te są usuwane na składowiska łącznie z innymi odpadami komunalnymi.

Powinna zostać opracowana specjalna wieloetapowa technologia recyklingu wyrobów oświetleniowych.

Wyniki badań rozpoznawczych wykazały możliwość wykorzystania w przyszłości niektórych elementów żarówek kompaktowych, zwłaszcza wykonanych z tworzyw sztucznych, jako materiału do zastosowań na wyroby techniczne.

Literatura

1. Dyrektywa WEEE 2002/96/EC (Directive on waste of electrical and electronic equipment)
2. Dyrektywa RoHS 2002/95/WE (Restriction of Hazardous Substances (2002/95/EC))
3. Michalski J., Tartakowski Z., Recykling użytkowy elektroizolacyjnych polimerów termoplastycznych, Problemy eksploatacji układów izolacyjnych wysokiego napięcia, 6 Sympozjum - EU'97, Kraków (1997), s. 395-400,
4. Tartakowski Z., Michalski J., Wysokonapełnione kompozyty z tworzyw recyklatowych do zastosowań na wyroby elektrotechniczne, Wiadomości Elektrotechniczne, R. 78, nr 8 (2010), s. 41-43