

Częstochowa, 28.05.2018

Dr hab. inż. Anna Konstanciak  
Politechnika Częstochowska  
Wydział Inżynierii Produkcji i Technologii Materiałów  
Katedra Ekstrakcji i Recykulacji Metali  
Al. Armii Krajowej 19, 42-200 Częstochowa

**Recenzja rozprawy doktorskiej**  
**mgr inż. Zofii Święcickiej**  
**pt. „Implementacja nowej technologii w sieci odzysku platynowców**  
**ze zużytych katalizatorów samochodowych”**

Recenzję opracowano na zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Materiałowej i Metalurgii Politechniki Śląskiej dr hab. inż. Jerzego Łabaja (znak RW-276/2017/2018 z dnia 26.04.2018 r.).

Promotor rozprawy: dr hab. inż. Mariola Saternus

Promotor pomocniczy: dr inż. Bożena Gajdzik

Recenzowana rozprawa dotyczy bardzo ważnego problemu, jakim jest zużywanie się katalizatorów samochodowych i metody ich odzyskiwania w zorganizowanej sieci.

Tylko od stycznia do kwietnia 2018 roku zarejestrowano ponad 300 tys. używanych aut, z czego 56% tych pojazdów w chwili rejestracji miało ponad 10 lat. Biorąc pod uwagę ostatnie dwa lata, do Polski sprowadzono z zachodu i zarejestrowano ok. 2 mln aut (r. 2016 952 tys., r. 2017 – 869 tys.), z czego ponad 50% nie spełniała norm ochrony środowiska [Kublik A.: Smog wjeżdża lawetami z zachodu. Gazeta Wyborcza, 18.05.2018]. Tak więc biorąc pod uwagę te liczby, bardzo dużo zużytych katalizatorów będzie wymagało zagospodarowania. Autorka w swojej pracy przedstawiła sposób transferu innowacyjnej technologii odzysku metali szlachetnych w zorganizowanej strukturze sieci podmiotów zajmujących się tym zagadnieniem. Zaproponowany schemat postępowania podczas przygotowania do wdrożenia nowej technologii odzysku katalizatorów z samochodów wycofanych z eksploatacji ze stworzoną siecią stanowi wartość użyteczną pracy.

Rozprawa doktorska składa się z 9 rozdziałów, obejmujących 132 strony, 44 rysunki i 32 tabele. Wykaz literaturowy obejmuje 149 pozycji. Blisko połowa z nich opublikowana została po roku 2010, co potwierdza aktualność podjętej przez Doktorantkę problematyki. Do pracy dołączono trzy załączniki o łącznej ilości stron 14. Należy podkreślić, iż w sposób merytoryczny uzupełniają i podnoszą one wartość naukową recenzowanej pracy.

Rozdział 1 wprowadza czytelnika w zagadnienia działalności współcześnie działających przedsiębiorstw i problemy związane ze stosowaniem w tych zakładach odpowiednich technologii. Zwrócono uwagę na możliwość wykorzystywania nowo opracowywanych technologii odnośnie odzysku zużytych materiałów, np. opatentowana technologia wyłukiwania platynowców z odpadów, opracowana przez naukowców z Politechniki Śląskiej. Ponadto zaproponowano metodę QFD jako najczęściej wybieraną do projektowania procesów produkcyjnych, szczególnie stosowaną do innowacyjnych rozwiązań technologicznych.

W rozdziale 2 Autorka określiła cel naukowy pracy oraz sformułowała tezę. Rysunek 1 przedstawia rozwiązania pomiędzy celem i zakresem rozprawy.

W rozdziałach 3 i 4 przedstawiono zagadnienia dotyczące znaczenia platynowców, metody ich odzysku ze zużytych części samochodowych, sieci recyklingu samochodów wycofanych z eksploatacji w Polsce i na świecie oraz opis uwarunkowań prawnych obowiązujących w Unii Europejskiej.

W rozdziałach 5, 6, 7 przedstawiono badania własne. W rozdziale 5 przedstawiono analizę cyklu życia katalizatorów samochodowych. Przeprowadzono badania pilotażowe, będące wprowadzeniem do właściwych badań. Stworzono mapę procesów dla technologii odzysku platynowców. Założenia tworzenia mapy procesów dla technologii odzysku platynowców ze zużytych katalizatorów zostały opracowane przejrzyście, w sposób zrozumiały. Zilustrowane to zostało odpowiednio opracowanymi rysunkami. W rozdziale 6 sformułowano metodologię badawczą dla określonej grupy, opartą o metodę QFD. Doktorantka wskazała, że zmodyfikowana metoda QFD będzie najbardziej odpowiednim narzędziem do analizy i projektowania procesów usługowych w aspekcie proekologicznym. Jednocześnie zaproponowana technologia odzysku platynowców nie tylko będzie spełniać potrzeby klientów, lecz musi spełniać wymagania związane z ochroną środowiska, a szczególnie związane z recyklingiem i odzyskiem odpadów pochodzących z SWE. Metoda ta została w pracy Doktorantki wykorzystana do oceny założeń procesowych składających się na wdrożenie technologii odzysku platynowców z katalizatorów samochodowych, oraz do oceny otrzymanego produktu. Ten aspekt może stanowić dalszy etap badań. Jednocześnie Doktorantka wskazała odpowiednią metodę do oceny parametrów technicznych, jak i oceny wymagań klienta – tj. metodę ekspercką. Doktorantka podkreśliła jak ważne jest współdziałanie specjalistów z zakresu ochrony środowiska, przetwórstwa przemysłowego oraz przedstawicieli administracji państwowej. Charakterystykę tych osób przedstawiono w tabelach 18, 19. Ponadto podkreślono doświadczenie zawodowe tych osób

w rozpatrywanych kwestiach. W rozdziale 7 dokonano optymalizacji zaproponowanej sieci odzysku platynowców ze zużytych katalizatorów samochodowych. Przeprowadzono badania korelacji wpływu wymagań odbiorców na parametry prowadzonych procesów technologicznych. Udoskonalono mapy tych procesów w zorganizowanej strukturze i przedstawiono udoskonaloną mapę odnośnie wymagań klienta. Ponadto przedstawiono etapy tworzenia tych struktur w skali makro, mezo i mikro.

Rozdział 8 to przedstawienie dalszych możliwości badań w zakresie stworzenia mapy procesów odzysku platynowców. Doktorantka przedstawia propozycję tych uzupełnień pozwalających wdrażać innowacyjną technologię odzysku tych materiałów.

W rozdziale 9 dokonano podsumowania przeprowadzonych badań i przedstawiono wnioski wynikające z nich.

Oryginalnym osiągnięciem Doktorantki jest przedstawienie schematu postępowania ze zużytymi katalizatorami z samochodów wycofanych z eksploatacji oraz wdrożenia nowej technologii do sieci zakładów zajmujących się tym problemem w Polsce. Jednocześnie Doktorantka zastosowała interdyscyplinarne podejście do tej technologii. Doktorantka przebadła wieloetapowo (wymagania, predyspozycje, oczekiwania, walory jakościowe, aspekty jakościowe) odbiorców poszczególnych segmentów ujętych w procesie projektowania struktury sieci odzysku platynowców.

W pracy zauważyłam kilka uwag o charakterze merytorycznym, a także nieścisłości, z których część ma charakter dyskusyjny:

1. str. 11 w od g. 6 – w pokładach rudy ....., raczej stosuje się nazwę złoża, tak więc ... w złożach
2. str. 12 przypis dolny w od g. 2 dodać „... z ...”
3. str. 14 w od g. 4 – z zastosowaniem różnymi technologii – powinno być z zastosowaniem różnych technologii
4. str. 17 w od g. 11 – różny zapis odniesienia do rysunków w oryginalne – rys. 4 Rysunek 5)
5. str. 19 podpis rysunku 5 – ogólny schemat metody metalu kolektora; czy nie powinno być: ogólny schemat odzysku platynowców; dalej (str. 20) metoda metalu kolektora jest opisem samego procesu przepłukiwania zużytych katalizatorów
6. str. 20 – w opisie metody: Kluczowe znaczenie ma zastosowanie ciągłego przepływu metalu, ... - powyżej Autorka napisała: ... w ciekłym metalu, krążąc w obiegu

- zamkniętym, ....; sugeruje to, że jest to urządzenie działające bez dodatkowych przestojów z uzyskiem materiału
7. str. 21 w od g. 15 – zarejestrowanych jest .... – to jest stan na dzień 31.12.2016, a więc powinno być: było
  8. str. 21 rysunek 7 – opis osi y – w jakich jednostkach (przy wartościach przecinek)?, w podpisie rysunku – w tys. sztuk
  9. str. 22 w tabeli 6 – liczba zarejestrowanych pojazdów tys., jaka jednostka? – proponuję sztuk
  10. str. 22 - z rysunku 8 – liczba punktów odbioru SWE jest zbyt mała, tu należy poszukać rozwiązań
  11. str. 23 Rys. 9 Ogólny schemat procesu recyklingu pojazdów wycofanych z użytkowania [20] – zacytowana literatura odnosi się do zużytych baterii i akumulatorów. Po przeglądnięciu cytowanej literatury nie znalazłam tego rysunku (<http://www.e-gospodarkaodpadami.pl/rynek/zuzyte-baterie-i-akumulatory/> 21.05.2018 r. godz. 12.55)
  12. str. 24 w od g. 14 ... nakładów energii na produkcję, ... - czego?
  13. str. 24 w od d. 2 – cytowana wcześniej literatura [20] odnosi się do baterii i zużytych akumulatorów, nie do SWE; natomiast w podpisie rysunku 10 zacytowano pozycję [63]; która jest prawidłowa?; jaka jest różnica między odpadami poddanymi przetworzeniu, a poddanymi odzyskowi i recyklingowi? Jednocześnie to zestawienie jest zgodne z Dyrektywą 2000/53/EC art. 2. Definicje terminologii stosowanej odnośnie SWE
  14. str. 26 - w pkt. 4.3. Ogólne założenia dotyczące projektowanej sieci organizacyjnej - Doktorantka przedstawia zadania związane z odzyskiwaniem platynowców ze zużytych części samochodowych i ponownego ich wykorzystania – czy oprócz katalizatorów w samochodach znajdują się inne części bazujące na tym materiale?
  15. str. 37 tabela 9 – zestawiono akty prawne dotyczące odzysku i recyklingu samochodów wycofanych z eksploatacji – Podstawowe akty prawne UE: Dyrektywa 2006/12/WE została uchylona przez Komisję Europejską – więc tutaj jest zbędna
  16. str. 38 cd. tabeli 9 – Podstawowe akty prawne krajowe – brak jest wymienionej na stronie 37 znowelizowanej Ustawy (Dz. U. 2015, poz. 933)
  17. str. 39 – w podpisie rysunku 14 – jest deramiczny – powinno być ceramiczny
  18. str. 39 w od d. 4 usunąć drugie słowo katalizatora

19. str. 42 - Doktorantka opisała przeprowadzone badania pilotażowe (str. 42) osób, które wzięły udział w ankiecie. Wg tego opisu uzyskano 25 kwestionariuszy zwrotnych. Byli to przedstawiciele stacji demontażu samochodów (19 osób), 2 pracowników punktów złomu, tj. 21 osób – czyli pracownicy podmiotów mających doświadczenie w tej kwestii. Ponadto 4 osoby to pracownicy naukowcy i naukowo – badawczy z uczelni technicznych. Na str. 43 w od d. 16 – uczestnicy ankiety pochodzący z tych podmiotów to 22 osoby. Proszę to wyjaśnić. Na rysunku 17 – „forma oddawania katalizatorów samochodowych” – liczba uzyskanych odpowiedzi 31. Jak to wytłumaczyć?
20. str. 44 – rysunek 19 - wyniki ankiet dotyczące pytania o kraje, do których wysyłane są katalizatory samochodowe – suma odpowiedzi 101%. Zgodnie z definicją części z całości suma równa się 1 (w % - 100)
21. str. 47 Tabela 11 – cytowana literatura 89, czy na pewno ta?
22. str. 51 tytuły podrozdziałów 51. – 5.5 zapisano czcionką większą niż podrozdziału 5.6
23. str. 62 w od g. 14 powinno być - Równie ważnym znaczeniem dla rozwoju metody QFD ...
24. str. 76 – w od d. 7 – liczba mnoga kwestionariuszy
25. str. 77 w od g. 6 jest badan powinno być badań
26. str. 80 w od g. 2 jest cech powinno być cechy
27. str. 81 w tabeli 19 występują dwa takie same wiersze Strefa nauki: uczelnia/-dyscyplina: inżynieria materiałowa, inżynieria produkcji
28. str. 83 – w od g. 15 – średni – ocena 3? czemu 3? poprawna byłaby 4. Jak określano znaczenie danego wymagania klienta  $W_j$ ? Może lepiej nazwać go wskaźnikiem ważności dla klienta?, a jak wyznaczano zależność między wymaganiem klienta, a parametrem technicznym  $i$ ?
29. str. 92 – tabela 23 wiersz 6 – czemu przyjęto tutaj wagę czasu przygotowania katalizatorów samochodowych do przedmiotowego procesu na poziomie 3? wszystkie inne parametry techniczne z wynikiem oceny 31 miały wagę 4?
30. str. 94 w od g. 14 – 17 zamiast „” powinno być „„”
31. str. 107, w zadaniach pobocznych wymieniono działania związane z redukcją emisji gazów odpadowych i pyłów? – Jakie to są gazy odpadowe występujące podczas przerobu zużytych katalizatorów samochodowych?
32. str. 110 – rysunek 39 podmioty skupiające? czy tu nie powinno być skupujące?

33. spis literatury: zastosowano zapis: Kowalski J. – jednakże nie we wszystkich przypadkach - poz. 88; w wielu przypadkach brak roku wydania poszczególnych pozycji literaturowych (np. 8, 9, 10, 11, 12, 14, 19, 20); brak stron (poz. 5); różna konwencja kończenia zapisu pozycji literaturowej np. „,”, „,;” lub bez znaku interpunkcyjnego; w przypadku podawania nr stron w języku angielskim obowiązuje zapis „p.” od page;
34. czemu w pracy zacytowano starą normę PN-EN ISO 9000: 2006, skoro obowiązuje nowsza wersja tej normy z 2015 roku?
35. załącznik nr 2 w pytaniu 9 istnieje \*\*\*(przypis) m. in. istnieje możliwość ... - a występują tutaj tylko „\*”, „\*\*”; natomiast w załączniku nr 3 zaistniała odwrotna sytuacja – pojawia się przypis „\*\*\*” – w pytaniu 9, natomiast brak w przypisach pod tabelą jego znaczenia.

Autorka nie uchroniła się od popełnienia drobnych błędów stylistycznych oraz interpunkcyjnych. Jednakże wspomniane uwagi nie umniejszają zasadniczej wartości pracy.

Należy podkreślić, że Autorka wykazała się bardzo dobrym opanowaniem nowoczesnego warsztatu naukowego. Przedstawiony materiał stanowi cenny i obszerny materiał badawczy. Przyjęty cel rozprawy został zrealizowany.

Na podstawie analizy przedstawionej rozprawy stwierdzam, że stanowi ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Mam nadzieję, że przedstawiona w pracy struktura sieci podmiotów mogących uczestniczyć w procesie odzysku platynowców zostanie z powodzeniem wdrożona w praktyce.

**Reasumując, uważam, że przedstawiona rozprawa doktorska Pani mgr inż. Zofii Świącickiej pt. „Implementacja nowej technologii w sieci odzysku platynowców ze zużytych katalizatorów samochodowych” spełnia warunki stawiane przez Ustawę o tytule naukowym i stopniach i tytule w zakresie sztuki i wnoszę o przyjęcie jej oraz dopuszczenie do publicznej obrony.**

