



POLISH ACADEMY OF SCIENCES - COMMITTEE OF MATERIALS SCIENCE
SILESIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY OF GLIWICE
INSTITUTE OF ENGINEERING MATERIALS AND BIOMATERIALS
ASSOCIATION OF ALUMNI OF SILESIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Conference
Proceedings

12th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
ACHIEVEMENTS IN MECHANICAL & MATERIALS ENGINEERING

Zrównoważona technologia materiałowa*

R. Nowosielski, M. Spilka

Zakład Materiałów Nanokrystalicznych i Funkcjonalnych oraz Zrównoważonych Technologii Proekologicznych, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Politechnika Śląska, ul. Konarskiego 18a, 44-100 Gliwice, Polska

W artykule przedstawiono propozycję modelu technologii zrównoważonej i procedury jego osiągnięcia jako prostego narzędzia urzeczywistniania zrównoważonego rozwoju. Podjęto próbę zastosowania modelu zrównoważonej technologii do modernizacji technologii galwanicznej obróbki metali, ze względu na wysoce negatywny wpływ na środowisko naturalne odpadów galwanicznych. Przedstawiono możliwości rozwiązań technologicznych powodujących niższe zużycie materiałów, energii oraz zmniejszenie kosztów i ilości powstających odpadów, a przez to uzyskanie określonych efektów ekonomicznych, ekologicznych i społecznych w porównaniu do efektów uzyskiwanych w przypadku stosowania technologii konwencjonalnych.

1. WSTĘP

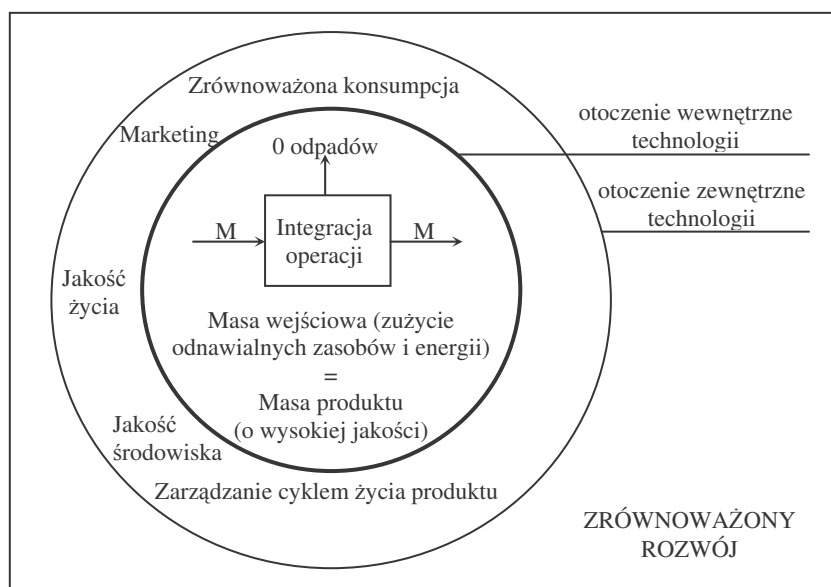
Naczelną zasadą, która powinna wytyczać kierunki szybkiego rozwoju gospodarczego i wzrostu jakości życia a równocześnie zapewniać poprawę stanu środowiska przyrodniczego jest koncepcja zrównoważonego rozwoju [1,2]. Pomimo, iż wydaje się, że dzisiaj jest powszechnie znaną, zrozumiałą i akceptowaną zasadą, w szczegółach jej występuje wiele niejasności, co sprawia, że wdrażanie koncepcji nie jest realizowane w oczekiwanym stopniu. Aby możliwe było uzyskanie określonych efektów w wyniku realizacji jej zasad w skali globalnej, konieczne są lokalne działania w odniesieniu do małych obszarów. Przykładem może być analiza technologii, która koncentruje się na zagadnieniach oszczędności zasobów, energii i minimalizacji odpadów, co bezpośrednio skutkuje zmniejszeniem kosztów wytwarzania i wzrostem jakości. Stanowi to poniekąd istotę technologii zrównoważonej, której określenie i zastosowanie może prowadzić do realizacji koncepcji zrównoważonego rozwoju. Konieczne jest zatem opracowanie modelu technologii zrównoważonej (rys.1) i procedury jej osiągnięcia (rys.2) jako łatwiejszego, uproszczonego narzędzia urzeczywistniania zrównoważonego rozwoju. Stosowanie modelu zrównoważonej technologii można zilustrować na przykładzie zastosowania tegoż modelu do modernizacji technologii materiałowej - galwanicznej obróbki metali. Procesy nakładania powłok galwanicznych

* Autorzy uczestniczą w realizacji projektu CEEPUS Nr PL-013/03-04 kierowanego przez Prof. L.A. Dobrzańskiego.

stanowią poważne niebezpieczeństwo zanieczyszczenia środowiska, powodując powstawanie znacznych ilości zanieczyszczeń lotnych, ciekłych i stałych, które są odprowadzane do atmosfery, wód i ziemi [3-10]. Odpowiednia racjonalna modernizacja takiego procesu może prowadzić do czystej, efektywnej i przyjaznej środowisku technologii galwanicznej obróbki metali, które do tej pory uważane były za technologie szczególnie nieprzyjazne środowiskowo.

2. MODEL I PROCEDURA ZRÓWNOWAŻONEJ TECHNOLOGII

W literaturze i w praktyce funkcjonuje wiele pojęć, obejmujących zagadnienia związane m.in. z ochroną i zarządzaniem środowiskiem, czystszym wytwarzaniem, a stosowanie których powinno prowadzić do realizacji koncepcji zrównoważonego rozwoju. Po dokładnej analizie [11] można stwierdzić, iż pojęcia te zawierają szereg elementów wspólnych, jak również pod różnymi nazwami kryją się zagadnienia dotyczące tych samych obszarów problemowych lub obszary te w dużym stopniu pokrywają się. Z tego względu granice pomiędzy tymi pojęciami nie są ostre, a stosowanie ich w praktyce jest skomplikowane, co prowadzi do tego, że osiąganie zrównoważonego rozwoju nie jest realizowane w oczekiwanym stopniu. Dlatego istnieje konieczność uproszczenia istniejących narzędzi realizacji zrównoważonego rozwoju i zastosowania ich do opracowania procedur zmierzających do wypracowania technologii zrównoważonej.

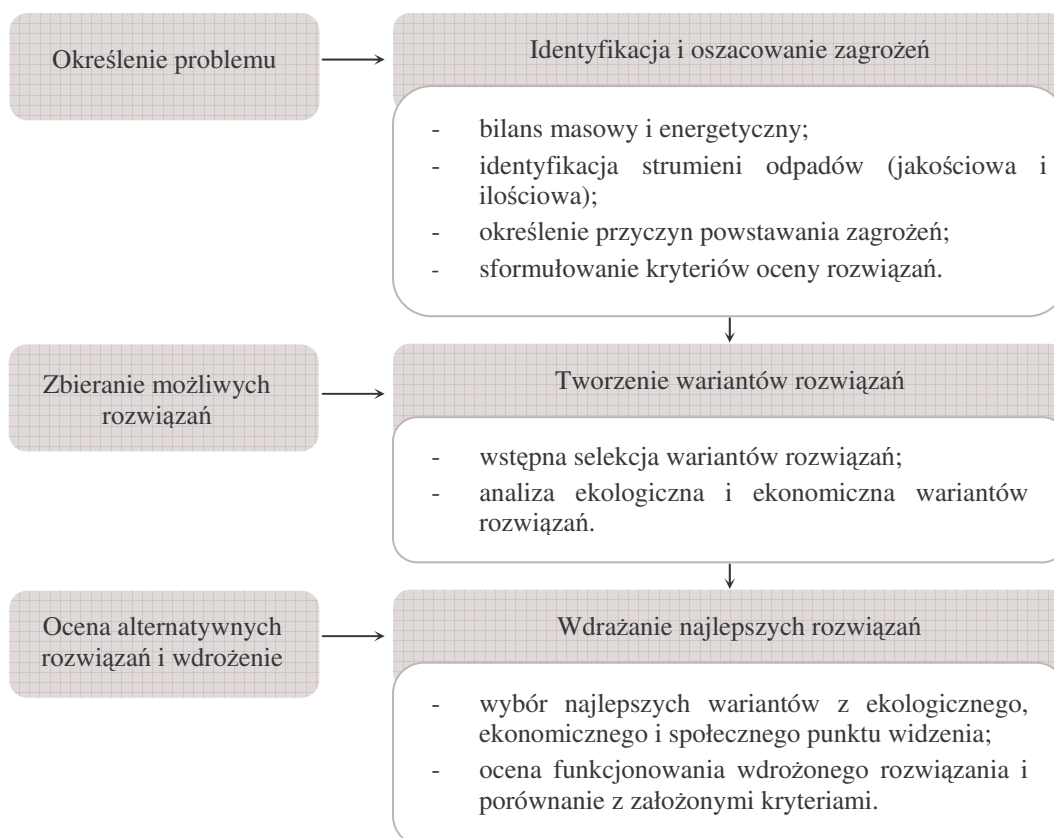


Rys.1. Model technologii zrównoważonej

Ze względu na wieloczynnikową i złożoną problematykę zrównoważonego rozwoju w obszarze problemów technologicznych istnieje możliwość analizowania technologii w dwóch obszarach: zewnętrznym i wewnętrznym. Przyjęcie takiego schematu umożliwi podział czynników na wewnętrzne i zewnętrzne, co ułatwi analizę i projektowanie technologii zrównoważonej oraz koncentrację na różnych grupach problemów, w tym inżynierskich.

Definicja zrównoważonej technologii jak dotychczas nie została w literaturze sprecyzowana dlatego podjęto próbę sformułowania ogólnego jej pojęcia.

Technologia zrównoważona jest technologią prowadzącą do wytwarzania produktów w sposób „ostrożnie” wykorzystujący zasoby, minimalizującym „uszkodzenia” środowiska i zapewniającym dostęp do zasobów przyszłym pokoleniom.

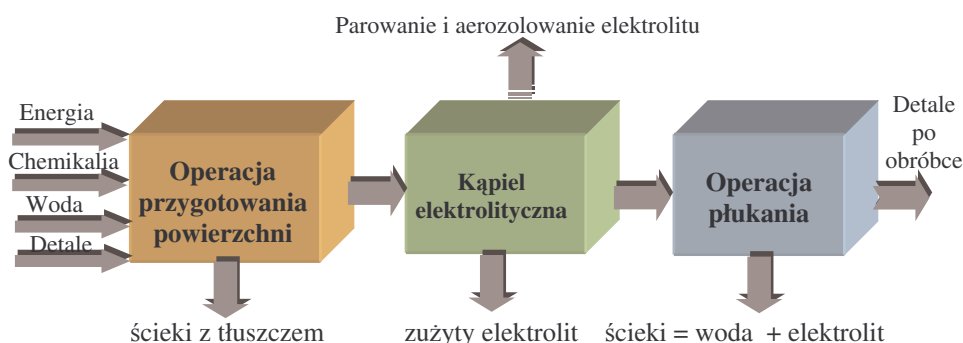


Rys.2. Procedura postępowania przy poszukiwaniu i zastosowaniu zrównoważonej technologii

Pod pojęciem zrównoważonej technologii powinno rozumieć się technologię, która racjonalnie wykorzystuje źródła energii, korzystając w możliwie największym stopniu ze źródeł energii odnawialnej; angażuje możliwie najmniej zasobów na jednostkę produktu, zwłaszcza w odniesieniu do zasobów nieodnawialnych; wykorzystuje w jak największym stopniu zasoby odnawialne; eliminuje stosowanie toksycznych substancji chemicznych, które powodują niebezpieczeństwo dla zdrowia ludzkiego i środowiska; dotyczy uzasadnionych produktów, które są długowieczne i dobrze zaspokajają potrzeby, a po zakończeniu „życia” ulegają biodegradacji lub są łatwo recykulowane; eliminuje (ogranicza) powstawanie odpadów; odznacza się wysoką rentownością i ekologicznością; jest bezpieczna dla pracowników i okolicznej ludności.

3. NAJLEPSZE DOSTĘPNE ROZWIĄZANIA TECHNOLOGICZNE W PROCESIE GALWANICZNEJ OBRÓBK METALI

Typowy proces nakładania powłok galwanicznych - w dużym uproszczeniu - składa się z trzech podstawowych powtarzających się sekwencyjnie operacji i czynności, takich jak: przygotowanie powierzchni detali, właściwa obróbka elektrochemiczna, operacja płukania. Z procesem takim związanych jest co najmniej kilka strumieni odpadów, które należałoby zlikwidować lub chociażby ograniczyć (rys.3). W niniejszym opracowaniu analizie poddano proces elektrolitycznego nakładania powłok chromowych.



Rys.3. Uogólniony proces obróbki galwanicznej metali

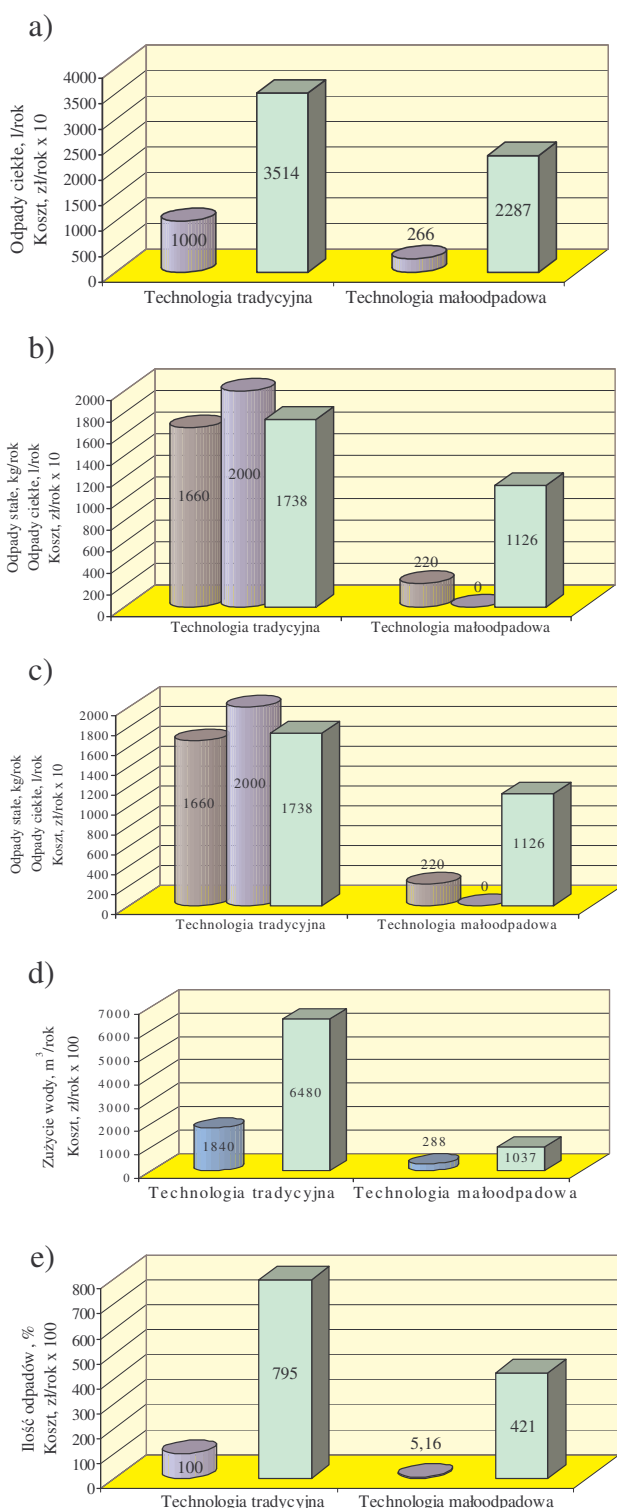
Najlepsze dostępne rozwiązania technologiczne korzystne zarówno pod względem ekologicznym, jak i ekonomicznym dla wyżej przedstawionych operacji są następujące:

- I. Operacja przygotowania powierzchni – wyeliminowanie procesu odtłuszczenia, odtłuszczenie przy użyciu ośrodków wodnych, odtłuszczenie przy użyciu węglowodorów, zmniejszenie zanieczyszczenia kąpeli trawiącej, odzysk kąpeli trawiącej, trawienie bezściekowe;
- II. Operacja chromowania – zastosowanie kąpeli niskostężeniowej do chromowania bez obniżenia jakości uzyskiwanych powłok, zastosowanie bezpośredniego odzysku elektrolitu, wydłużenie czasu pracy kąpeli przez jej ciągłe oczyszczanie przy użyciu żywic jonowymiennych, ograniczenie strat związanych z aerozolowaniem;
- III. Operacja płukania - zastosowanie po każdej operacji kaskadowego trójstopniowego systemu płukania odzyskowego, wprowadzenie obiegu zamkniętego z kolumnami jonitowymi wypełnionymi żywicami jonowymiennymi.

4. PRZYKŁAD ANALIZY TECHNOLOGII GALWANICZNEJ OBRÓBK METALI

Każde z przedstawionych rozwiązań poddano dokładnej analizie ekologicznej i ekonomicznej w oparciu o następujące dane: kąpiel elektrolityczna – roztwór trójtlenku chromu CrO_3 , program produkcji – obróbka powierzchni detali – 9200 m^2/rok , linia produkcyjna – czas pracy – 2 zmiany – 16 godzin/rok, pojemność wanien ~500 l.

Po przeprowadzonej analizie najlepszych dostępnych rozwiązań technologicznych procesu chromowania wybrano następujące warianty, których wprowadzenie przyniesie nie tylko korzyści ekologiczne ale również i ekonomiczne (rys.4):



Rys.4. Efekty ekologiczne uzyskane po zmniejszeniu ilości odpadów oraz koszty operacji a) odtłuszczenia, b) trawienia, c) chromowania, d) płukania, e) całego procesu w zależności od zastosowanego rozwiązania

- ♦ odtłuszczenie w ośrodkach wodnych w miejsce tradycyjnego procesu odtłuszczenia, podczas którego stosowany był trójchloroetylen;
- ♦ zastosowanie bezściekowego trawienia (lub jego wyeliminowanie) w kwasie siarkowym, co spowoduje brak lub minimalną ilość odpadów potrawiennych (szlamów, odpadów z pras filtracyjnych) wymagających utylizacji i późniejszego składowania na odpowiednio przygotowanym składowisku odpadów toksycznych,
- ♦ dzięki zastosowaniu odpowiednich absorbentów i ograniczeniu parowania i aerozolowania kąpieli uzyskano zmniejszenie emisji szkodliwych substancji do atmosfery o 1400 g/rok, to jest o 90 %;
- ♦ w wyniku zastosowanie płuczek odzyskowych w połączeniu z wyparkami ograniczono straty elektrolitu na skutek wynoszenia o 90 %, co w praktyce eliminuje negatywne oddziaływanie CrO_3 na środowisko;
- ♦ zastosowanie hermetycznego systemu pomp, rur i kolumn z żywicami jonowymiennymi służącymi oczyszczaniu elektrolitu z zanieczyszczającego Fe i Cr^{+3} prowadzi do przedłużenia czasu funkcjonowania kąpieli technologicznej;
- ♦ w wyniku zastosowania systemu trójstopniowych płuczek kaskadowych, przeciwprądowych z dodatkowym stopniem płukania – płuczką pracującą w obiegu zamkniętym z kolumnami jonowymiennymi nastąpiło zmniejszenie zużycia wody o 85 %;
- ♦ dzięki oszczędności wody i odzysku składników traconych na skutek wynoszenia uzyskano zmniejszenie kosztów związanych z procesem o ~ 50 % oraz nastąpiła redukcja odpadów o ~ 95 %.

Istnieje zatem możliwość spełnienia zasad zrównoważonego rozwoju m.in. poprzez projektowanie i wdrażanie nowej generacji technologii – zrównoważonych technologii – oraz modernizowania istniejących w kierunku wzorcowej technologii zrównoważonej. Konieczne jest również opracowania bazy najlepszych dostępnych technologii, technologii zintegrowanych, czystszych i zrównoważonych oraz rozwoju edukacji zmierzającej do zmiany poziomu świadomości (w tym świadomości ekologicznej) społeczeństwa (w tym inżynierów w szczególności).

LITERATURA

1. R. Nowosielski: „Zadania inżynierii materiałowej w świetle koncepcji zrównoważonego rozwoju świata”, Mat. Konf. Posiedzenia Zespołu Integrującego w regionie śląskim, Gliwice 2001.
2. R. Nowosielski, M. Spilka: „Zrównoważona technologia – drogą do realizacji zrównoważonego rozwoju”, Mat. Konf. Naukowej Efektywność Systemów Zarządzania, Nałęczów 2000.
3. J. Andziak, E. Błachowicz, M. Kieszkowski, Z. Rogalski, P. Tomassi: „Ekologiczne technologie obróbki powierzchniowej i cieplnej metali”, Mat. Konf. Ochrona środowiska w obróbce powierzchniowej metali, Poznań 2001.
4. R. Nowosielski, M. Spilka: „Ekologiczna optymalizacja operacji płukania w galwanicznej obróbce metali”, Mat. Konf. M³E’2000, Gliwice 2000.
5. R. Nowosielski, M. Spilka: „Zrównoważona technologia elementem współczesnych metod zarządzania produkcją”, Mat. Konf. AMME’2001, Gliwice-Kraków-Zakopane 2001.
6. R. Nowosielski, M. Spilka: „Minimalizacja odpadów w operacji chromowania elektrolitycznego metali jako części składowej procesu nakładania powłok chromowych”, Mat. Konf. AMME’2002, Gliwice-Zakopane 2002.
7. B. Szeptycka: „Przyjazne środowisku kąpiele do nikiowania”, Czysta Produkcja w Polsce 5, 2001.
8. E. Błachowicz: „Chemiczne przygotowanie powierzchni do malowania w aspekcie Czystszej Produkcji”, Czysta Produkcja w Polsce 6, 2002.
9. A. Doniec: „Czysta technologia dziś i jutro”, Czysta Produkcja w Polsce, Zeszyt specjalny 2002.
10. R. Nowosielski, M. Spilka: „Zrównoważona technologia galwanicznej obróbki metali”, EcoChemTech’03 Zielona Chemia, Wrocław 2003, w druku.
11. R. Nowosielski, M. Spilka: „Zmiany w zarządzaniu produkcją jako rezultat wdrażania zrównoważonego rozwoju”, Wyd. Inf. Ekonom. UJ, Kraków 2001.