



Oszczędność energii i wody w galwanotechnice

Seminarium PTG
DOBRA CENA W GALWANOTECHNICE
Targi „Złoto, srebro, czas”

Elżbieta Rubel
Instytut Mechaniki Precyzyjnej
Jan Olszewski
NFOŚiGW



Energia elektryczna

w galwanizerniach jest zużywana głównie:

- w elektrochemicznych procesach obróbki powierzchniowej
- do ogrzewania i chłodzenia kąpieli technologicznych, do oświetlenia, ogrzewania i wentylowania pomieszczeń
- do zasilania wszystkich koniecznych urządzeń i osprzętu linii technologicznych (transportery, przenośniki, pompy, sprężarki, filtry, suszarki, urządzenia wentylacyjne i wyciągowe)

Olej, gaz i węgiel mogą być stosowane do ogrzewania kąpieli i pomieszczeń



Wysokie koszty energii

- w galwanizerniach stanowią **od 33 do 64% kosztów bezosobowych**
- w lakierniach, przy produkcji karoserii mogą sięgać **70%**
- w ciągu roku jedna duża lakiernia zużywa tyle energii, co całe 50 000 miasto wraz z całą infrastrukturą

TEE = Total Energy Efficiency – program komputerowy pomocny w projektowaniu procesów technologicznych – do analizy i optymalizacji zużycia energii

„Galvanotechnik” 1/2011, str. 26-47



Zużycie energii - szacunkowo

elektrycznej i ciepłej -

**w galwanizerniach małej i średniej wielkości,
w zależności od stosowanych procesów
technologicznych, rodzaju wentylacji wynosi
zwykle:**

od 200 do 2000 MWh/rok

Zużycie wody

Woda w galwanizerniach zużywana jest głównie do płukania końcowego lub międzyoperacyjnego.

Zużycie wody w odniesieniu do obrabianej powierzchni wynosi:

- od 15-20 l/m² obrabianej powierzchni w zakładach o uregulowanej gospodarce wodno-ściekowej
- do 200-2000 l/m² obrabianej powierzchni w zakładach o nieuregulowanej gospodarce wodno-ściekowej i wadliwej technologii płukania

Wymogi współczesności

Ekologia i prawo – Dyrektywa IPPC, Dyrektywa IED

- efektywne gospodarowanie surowcami, energią i wodą
- ograniczanie emisji
- ekonomia – poszukiwanie oszczędności

Źródło wiedzy: BREFs – Najlepsza Dostępna Technika

Oszczędność energii

Oszczędność energii w galwanizerniach jest możliwa do osiągnięcia w czterech głównych obszarach poprzez zmniejszenie ilości:

- powietrza odciąganego z nad wanien
- energii zużywanej na ogrzewanie kąpeli
- energii zużywanej na chłodzenie kąpeli
- energii zużywanej na mieszanie kąpeli

Straty energii z powierzchni ogrzewanych kąpeli technologicznych w W/m² powierzchni lustra kąpeli

Temperatura kąpeli w °C	Bez mieszania Bez wyciągu	Bez mieszania ↑	⊥ ↑
30	352	559	839
40	757	1 196	1 677
50	1 426	2 198	3 012
60	2 587	3 815	5 129
80	10 279	11 096	14 212
85	17 386	17 386	21 188
90	41 412	41 412	46 023

⊥ - z mieszaniem kąpeli

↑ - z instalacją wyciągową z nad lustra kąpeli



Instalacja wyciągowa

Powszechna – wyciągi szczelinowe wzdłuż dłuższych boków wanien

Ssawy wentylacyjne:

- jednostronne (na ogół do wanien o szerokości do 0,5 m)
- dwustronne dla szerszych wanien

Minimalna prędkość odciąganego powietrza potrzebna do usunięcia oparów z punktów najbardziej odległych od szczeliny wyciągowej nad lustrem kąpeli:

- do około **0,5 m/s** dla aerozoli przy chromowaniu technicznym
- od około **0,2 m/s** dla pary wodnej, substancji lotnych i areozoli

Ogromne ilości powietrza – znaczne zużycie energii



Zmniejszenie ilości powietrza odciąganego zwan wanien

- Hermetyzacja niektórych linii technologicznych lub poszczególnych wanien, przykrywanie wanien, które nie są używane
- Stosowanie różnego rodzaju pokryw wanien, otwieranych i zamykanych automatycznie w czasie pracy kąpeli (**możliwa redukcja ilości powietrza do 90%**)
- Stosowanie tam, gdzie to możliwe, systemu „push-pull” (nadmuch powietrza z jednej strony wanny, wysssanie po drugiej stronie wanny)



Zmniejszenie ilości energii zużywanej na ogrzewanie kąpeli

- Optymalny kształt wanien
- Hermetyzacja niektórych linii technologicznych lub poszczególnych wanien
- Stosowanie pokryw wanien, otwieranych i zamykanych automatycznie w czasie pracy kąpeli
- Stosowanie dodatków ograniczających powstawanie areozoli w czasie pracy kąpeli
- Stosowanie kulek pływających na powierzchni kąpeli
- Alternatywne sposoby mieszania kąpeli (mieszanie sprężonym powietrzem generuje straty energetyczne związane z parowaniem kąpeli)
- Przestrzeganie optymalnego zakresu temperatury pracy kąpeli
- Obniżenie temperatury kąpeli, stosowanie kąpeli niskotemperaturowych
- Optymalna izolacja termiczna wanien (nie utrudniająca obserwacji i kontroli szczelności)



Zmniejszenie ilości energii zużywanej na chłodzenie kąpeli

- Wykorzystanie nadmiaru energii cieplnej kąpeli do jej odparowania
- Odprowadzenie nadmiaru ciepła z kąpeli egzotermicznych poprzez odparowanie za pomocą wyparek z zastosowaniem bezpośredniego odzysku strat kąpeli przez wynoszenie (na odparowanie 1 l kąpeli potrzeba około 1kWh)
- Wykorzystanie ciepła do ogrzania niektórych roztworów (kosztowna inwestycja – pompa ciepła)
- Otwarte obiegi chłodzące tylko tam, gdzie lokalne warunki zaopatrzenia w wodę na to pozwalają, a cena wody jest niska



Zmniejszenie ilości energii zużywanej na mieszanie kąpieli

- Tradycyjne mieszanie sprężonym powietrzem jest stosunkowo **mało energochłonne**, ale zwiększa parowanie kąpieli i **straty ciepłe**
- Mieszanie kąpieli przez przepompowywanie z użyciem dysz inżektorowych umieszczonych w dnie wanny zużywa **sporo energii elektrycznej**

Analiza kosztów mieszania kąpieli przez przepompowywanie z użyciem dysz inżektorowych i **zysku** z obniżenia strat energetycznych związanych z parowaniem kąpieli



BAT

- **zaleca** wykorzystanie hydraulicznej turbulencji kąpieli lub mieszania mechanicznego
- **dopuszcza** zastosowanie sprężonego powietrza do mieszania kąpieli, **zwłaszcza tam, gdzie poruszanie szyną katodową może spowodować zwiększenie liczby braków lub być niewskazane z innych względów technologicznych**



Inne możliwości zaoszczędzenia energii

Oszczędność, **nawet do 20 %**, można uzyskać przez:

- zastosowanie nowoczesnych, bardziej wydajnych prostowników i prowadzenie odpowiedniej ich konserwacji
- zmniejszanie spadku napięcia na przewodach zasilających wanny
- minimalizację strat energetycznych przy zasilaniu prądem 3-fazowym
- modyfikacje stosowanego prądu (prąd okresowo zmienny, prąd pulsacyjny), co może poprawić jakość uzyskiwanych powłok
- prowadzenie prac szczególnie energochłonnych w okresach poboru tańszej energii elektrycznej



Oszczędność energii

Również zwiększenie przewodnictwa elektrolitów przyczynia się do ograniczenia strat energetycznych systemu zasilania wanień



Inwestycje krótkoterminowe zaoszczędzenia wody i energii

Przykłady BAT

- regulacja dopływu wody do płuczek – proste zawory kulowe
- dozowniki wody uruchamiane mechanicznie lub elektrycznie na określony czas
- przepływomierze – do ustalania aktualnego zużycia wody w płuczkach
- regulacja czasu obcieku – fotokomórka do regulacji czasu zatrzymania zawieszek lub bębnow nad wanną
- płukanie natryskowe nad kąpielą – zwłaszcza przy kąpielach pracujących w podwyższonej temperaturze
- płuczki ECO – przed i po procesie w tej samej płuczce



Dane z wdrożenia BAT w Europie

- Kąpiel do oczyszczania powierzchni o temperaturze 50°C zużywa **3 razy mniej** energii niż kąpiel o temperaturze 70°C
- Zapotrzebowanie na energię elektryczną w kabinie lakierniczej spada **o 60% po zastosowaniu tzw. suchego „ekoskrubera”**
- Obniżenie o 2°C temperatury powietrza podawanego do natryskowej kabiny lakierniczej, pozwala zaoszczędzić **10%** energii

Rubel E. Szmigielska K. „Analiza stanu techniki w zakresie Najlepszych Dostępnych Technik dla branży obróbki powierzchniowej metali – IMP, MŚ I/2010, I/2011”



Wdrożenia BAT

GORENJE – lakierowanie białego AGD

Dwie kompletne linie do procesu fosforanowania stali poprzedzonego **nanoceramiczną obróbką wstępną**

- zużycie wody spadło o 30% (przy zastosowaniu **płuczek kaskadowych**)
- zużycie energii spadło o 30%
- w kąpeli nie osadza się szlam – urządzenia pozostają czyste i łatwe w konserwacji (czas czyszczenia linii 100 h/rok - było 1000)

Rubel E. Szmigielska K. „Analiza stanu techniki w zakresie Najlepszych Dostępnych Techniek dla branży obróbki powierzchniowej metali – IMP, MŚ I/2009”



Chromowanie dekoracyjne

armatury sanitarnej w zakładach Flaach w Szwajcarii

Proces zintegrowany w automacie z odzyskiem kwasu chromowego (VI) i recyklingiem, zamknięcie obiegu ze względu na PFOS (sulfonian perfluorooktanu)

- zużycie elektrolitu: 3 800 kg CrO₃/r - osadzanie i wynoszenie)
(z lit. z 1000 kg kwasu chromowego tylko 86 kg osadza się w postaci powłoki a 914 kg to wynoszenie elektrolitu)
- 19 lat temu zainwestowano 140 000 CHF, włączając montaż i prace budowlane
- **inwestycja zwróciła się już po 3 latach**
- roczna oszczędność kosztów to 47 250 CHF
- zużycie energii elektrycznej: 55 600 kWh/r (< 56 MWh/r)

„Galvanotechnik” 1/2011, str. 182-185

Rubel E. Szmigielska K. „Analiza stanu techniki w zakresie Najlepszych Dostępnych Techniek dla branży obróbki powierzchniowej metali – IMP, MŚ I/2011”



Chromowanie dekoracyjne

w zakładach Hansgrohe w Schitach w Niemczech

Zastosowanie wyparek pozwoliło na **90% redukcję PFOS** w wodach popłucznych z procesu chromowania, a dalsza filtracja na węglu aktywnym redukuje ten ładunek do **99%**

- **koszt takiej inwestycji waha się od 15 000 – 60 000 Euro**, w zależności od przyjętej koncepcji i parametrów linii galwanicznej

„Galvanotechnik” 8/2010, str. 1886-1892

Rubel E. Szmigielska K. „Analiza stanu techniki w zakresie Najlepszych Dostępnych Techniek dla branży obróbki powierzchniowej metali – IMP, MŚ II/2010”



Wdrożenia BAT

Firmy Dürr i Henkel opracowały opartą na chemicznej obróbce powierzchni metodę nakładania wysokiej jakości powłok antykorozyjnych **pozbawionych metali ciężkich** na karoserie samochodowe

- proces bez **udziału prądu**
- proces składa się z małej liczby operacji, jest łatwy do prowadzenia co znacznie obniża jego **koszt**
- wdrażanie w zakładach Forda

Rubel E. Szmigielska K. „Analiza stanu techniki w zakresie Najlepszych Dostępnych Techniek dla branży obróbki powierzchniowej metali – IMP, MŚ I/2009”



Wdrożenia BAT

- W zakładach Forda w Saarloius w Niemczech obniżono emisję LZO dzięki efektywnemu zastosowaniu wysokiej klasy lakierów o dużej zawartości części stałych tzw. **lakierów High Solid** (poziom emisji LZO 55 g/m²)
Przestawienie produkcji na lakiery wodorociekalne było zbyt kapitałochłonne i wiązało się ze zbyt daleko idącą przebudową linii (poziom emisji LZO 35 g/m²)

Rubel E. Szmigielska K. „Analiza stanu techniki w zakresie Najlepszych Dostępnych Technik dla branży obróbki powierzchniowej metali – IMP, MŚ II/2009”



Technologie IMP

Badania, projekty celowe, wdrożenia

- nakładanie powłok stopowych cynku z zastosowaniem prądu pulsacyjnego
- nakładanie powłok bezprądowych (autokatalitycznych) niklu z fosforem
- selektywne nakładanie powłok galwanicznych metodą tamponową w regeneracji części maszyn

Cena wody

Jednostkowe stawki opłat za pobór 1 m³ podziemnej i powierzchniowej na rok 2011:

1. Woda podziemna:

- - 0,102 zł/ m³
- - do zaopatrzenia ludności w wodę do spożycia lub na cele socjalno bytowe – 0,060 zł/ m³
- - na potrzeby produkcji , w której woda wchodzi w skład albo bezpośredni kontakt z produktami żywnościowymi , farmaceutycznymi lub na cele konfekcjonowania – 0,087 zł/ m³

2. Woda powierzchniowa śródlądowa:

- - 0,051 zł/ m³
- - do zaopatrzenia ludności w wodę do spożycia lub na cele socjalno bytowe – 0,036 zł/ m³

Cena wody

Przykłady taryf opłat za wodę i ścieki – za 1 m³

	Gospodarstwa domowe brutto	Przemysł i usługi	Σ za 1 m ³ wody i ścieków gospodarstwa i przemysł
Warszawa			
woda	4,32	4,32	
ścieki	5,65	5,65	9,97 9,97
Piaseczno			
woda	3,9	4,98	
ścieki	6,58	8,64	10,48 13,62
Nadarzyn			
woda	2,11	3,99	
ścieki	5,49	7,49	7,6 11,48
Góra Kalwaria			
woda	3,18	3,18	
ścieki	6,01	8,51	9,19 11,69

Koszty oczyszczania ścieków galwanicznych

- W odniesieniu do obróbki ścieków typowymi metodami fizyko-chemicznymi – od 4 do 30 zł/m³
- W odniesieniu do obróbki ścieków powiązanych z odzyskiem wody – od 6 do 100 zł/m³



Zagospodarowanie odpadów


Przykładowe jednostkowe stawki opłat za umieszczanie odpadów na składowisku na rok 2011

- Dla kodów z grup:
 - 06** z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania produktów przemysłu nieorganicznego,
 - 08** z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania powłok ochronnych,
 - 1101** z chemicznej obróbki i powlekania powierzchni metali oraz innych materiałów,
– 17,54 zł/Mg 56,30 zł/Mg i 147,85 zł/Mg,
 - 1902** odpady z fizykochemicznej przeróbki odpadów (w tym usuwanie chromu, cyjanków, neutralizacja)
– 16,16 zł/Mg 51,75 zł/Mg i 135,64 zł/Mg

Przykładowe jednostkowe stawki za odbiór odpadów z zakładów:

- emulsje olejowo-wodne – 150 ÷ 300 zł/Mg, - roztwory alkaliczne – 200 ÷ 450 zł/Mg,
- roztwory kwasów i metali – 200 ÷ 600 zł/Mg, - roztwory z chromem*⁶ – 800 ÷ 1200 zł/Mg,
- farby wodorocieńczone – 200 ÷ 500 zł/Mg, - osady po prasie filtracyjnej – 300 ÷ 550 zł/Mg.






Projekt: Zakup i montaż nowoczesnych urządzeń automatycznej podczyszczalni ścieków galwanicznych, beneficjent GALWA-KOR Sp. z o.o. Płock, koszt proj. 1,12 mln zł, koszty kw. 1,11 mln zł, dofinansowanie 0,72 mln zł (EFRR 0,33 + NFOŚiGW 0,39)

Budowa nowej, przepływowej podczyszczalni ścieków galwanicznych, Q $\text{\textit{rd}}$ = 240 m³/d

- uzyskano spełnienie zakładanej jakości ścieków oczyszczonych,

Dodatkowo:

- zastosowano ponad 50 % recyrkulację wody do płukania, z monitoringiem obiegu wody,
- zastosowano ultrafiltrację kąpeli odtłuszczających - co zarówno poprawiło jakość procesów mycia detali przed obróbką galwaniczną jak i ograniczyło zużycie chemikaliów do tego procesu i zmniejszyło ładunki zanieczyszczeń w ściekach,
- poprawiono oddzielanie i odwadnianie wytrączanych osadów - poprzez użycie flokulantów, własnego pomysłu konstrukcji osadnika skośnego oraz dobrze dobranej prasy filtracyjnej,
- uzdatnianie jakości wody stosowanej do przygotowywania kąpeli technologicznych i procesów płukania polega na użyciu systemów wymienników jonitowych i odwróconej osmozy
- uzyskano wyższe od zakładanych oszczędności zużycia wody,
- nastąpiło znaczne zwolnienie powierzchni zajmowanej przez galvanizernię i starą podczyszczalnię, którą można przeznaczyć na ulokowanie innej produkcji,
- instalacja otrzymała pozwolenie zintegrowane



Projekt: Poprawa konkurencyjności firmy poprzez wdrożenie nowoczesnych rozwiązań z zakresu oczyszczania ścieków pogalwanicznych oraz ograniczających ilości zużywanej wody i odprowadzanej ilości ścieków, beneficjent MKD STAL TECHNIK Sp. z o.o., w Bydgoszczy, koszt proj. 2,09 mln zł, koszty kw. 2,08 mln zł, dofinansowanie 0,97 mln zł (EFRR 0,68 + NFOŚiGW 0,29)

Firma wykonuje powłoki galwaniczne dekoracyjne miedziowania, niklowania i chromowania na stali i na żalu. W produkcji stosowane są procesy cyjankaliczne i kwaśne.

Zastosowano rozwiązanie bardzo oszczędnego użycia wody – płuczki wielostopniowe, płuczki chemiczne i obieg wody,

System oczyszczania ścieków polega na:

- redukcji chromu, zarówno w płuczce chemicznej jak i w podczyszczalni,
- utlenianiu cyjanków w podczyszczalni,
- neutralizacji ścieków w podczyszczalni,
- obieg wodny poprzez jonity,
- odwadnianie osadów w prasie filtracyjnej i dodatkowo ich podsuszanie,
- oczyszczone ścieki zatęża się, za pomocą wyparki próżniowej i oddaje jako odpady niebezpieczne - do uprawnionego odbiorcy.

Zastosowany system jest bezściekowy i zapewnia 10 –krotną oszczędność zużycia wody.

Projekt: Modernizacja i rozbudowa oczyszczalni ścieków przemysłowych wraz z budową Zakładu Odzysku Surowców Chemicznych, beneficjent Nycz Intertrade Sp. z o.o., w Niepołomicach, koszt proj. 7,95 mln zł, koszty kw. 7,68mln zł, dofinansowanie 4,62 mln zł (EFRR 2,49 + NFOŚiGW 2,13)

Projekt polegał na budowie podczyszczalni ścieków, o przepustowości $Q_{\text{śrd}} = 18 \text{ m}^3/\text{d}$, dla szybko rozwijającej się linii galwanicznego pokrywania gwoździ powłokami cynkowymi. 10 – krotny wzrost tej produkcji zmusił do zaniechania okresowej obróbki i wywozu podczyszczonych ścieków. Zastosowano podczyszczalnię przepływową i odprowadzanie ścieków do kanalizacji miejskiej.

Przy okazji podczyszczania własnych ścieków przedsiębiorstwo podjęło nowe działanie tj. przyjmowanie z zewnątrz i obróbkę odpadów płynnych i stałych, zbliżonych jakościowo do wytwarzanych na miejscu. W związku z tym rozbudowano system podczyszczania ścieków oraz wykonano linię technologiczną do odzysku metali i soli metali oraz obróbki emulsji olejowo- wodnych. Obiekt wyposażono w laboratorium do prowadzenia kontroli procesów technologicznych (także jakości przyjmowanych odpadów) oraz samochód do przewozu odpadów.

Projekt zapewnił:

- Spełnienie warunków jakościowych w odprowadzanych do kanalizacji miejskiej ściekach,
- obróbka 480 Mg/rok odpadów zawierających metale,
- obróbka 240 Mg/rok emulsji olejowo-wodnych,

Produkty:

- Metale (miedź, nikiel, cyna) 34 Mg/rok,
- Sole metali (cynku, glinu, magnezu, niklu, miedzi, chromu, żelaza) 56Mg/rok,
- Oleje 12 Mg/rok.

Ceny energii elektrycznej zł/MWh

lata	gospodarstwa domowe	przemysł
2006	344,5	233,5
2010	422,7	300,9
2015	490,9	364,4
2020	605,1	474,2
2025	615,1	485,4
2030	611,5	483,3

Przykładowe ceny ciepła - zł/1 kWh, w 2011 r.

Nośnik energii/paliwo	od	do
Ciepła woda z miejskiej sieci ciepłowniczej	0,174	0,272
Gaz ziemny	0,145	0,160
Gaz ciekły	0,451	
Olej opałowy	0,337	
Węgiel kamienny	0,096	

Seminarium PTG 30 września 2011



Dziękujemy za uwagę!

Elżbieta Rubel – ela.rubel@imp.edu.pl

Jan Olszewski – j.olszewski@nfosigw.gov.pl