

JUSTYNA PYSSA\*

## **Gospodarka odpadami przemysłowymi na przykładzie odzysku ołowiu ze zużytych akumulatorów**

### Słowa kluczowe

Ołów, otrzymywanie i zastosowanie ołowiu, własności fizyczne i chemiczne, utylizacja akumulatorów kwasowo-ołowiowego, gospodarcze wykorzystanie

### Streszczenie

Wraz ze wzrostem poziomu życia, narastającym problemem stają się odpady powstające w wyniku działalności przemysłowej i bytowej człowieka. Celem nadrzędnym państwa w zakresie gospodarowania odpadami jest zapobieganie powstawaniu odpadów, odzyskiwanie surowców, ich ponowne wykorzystanie oraz bezpieczne dla środowiska unieszkodliwianie. W artykule scharakteryzowano złoża ołowiu występujące w Polsce. Omówiono sposoby otrzymywania ołowiu metalicznego, jak również opisano jego właściwości fizyczne i chemiczne oraz zastosowanie. Przedstawiono sposób odzysku tego cennego surowca na przykładzie zakładu Baterpol Sp. z o.o. zajmującego się przeróbką oraz utylizacją akumulatorów kwasowo-ołowiowych. Zwrócono również uwagę na prawodawstwo polskie i unijne związane z gospodarką odpadami.

### Wprowadzenie

Jednym z najbardziej uciążliwych dla środowiska problemów (oprócz emisji gazów i pyłów) jest narastająca ilość odpadów, nie tylko bytowych, ale również — a może przede wszystkim — przemysłowych. Wciąż zwiększające się ilości odpadów wymuszają aktywizację procesów ich wykorzystania, składowania oraz unieszkodliwiania (Pyssa 2004).

---

\* Mgr inż., Wydział Paliw i Energii, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.

Recenzował dr inż. Krzysztof Galos

W artykule scharakteryzowano złoża ołowiu występujące w Polsce. Omówiono sposoby otrzymywania ołowiu metalicznego, jak również opisano jego właściwości fizyczne i chemiczne oraz zastosowanie. Przedstawiono sposób odzysku tego cennego surowca na przykładzie zakładu Baterpol Sp. z o.o. zajmującego się przeróbką oraz utylizacją akumulatorów kwasowo-ołowiowych. Akumulatory są produktami, które po zakończeniu użytkowania stają się odpadami o charakterze niebezpiecznym zarówno dla środowiska, jak i dla ludzi. Ze względu na wysoki poziom rozproszenia miejsc powstawania tych odpadów, kontrola ich właściwego gromadzenia oraz przetwarzania jest szczególnie trudna. Zużyte akumulatory kwasowo-ołowiowe (oprócz ewidentnych cech charakteryzujących je jako odpady niebezpieczne) mogą być znaczącym źródłem wtórnym ołowiu. Poddane procesom odzysku mogą przyczynić się do wolniejszego tempa szczypania zasobów złóż będących pierwotnymi źródłami do produkcji ołowiu, a tym samym ochrony tych zasobów.

### 1. Złoża rud ołowiu w Polsce

Największe znaczenie mają złoża powstałe w skałach węglanowych, zwykle wapiennych i dolomitach, w wyniku oddziaływania na nie roztworów hydrotermalnych. W Polsce złoża takie rozciągają się na obszarze między Bytomiem, Tarnowskimi Górami, Siewierzem, Zawierciem, Olkuszem, Chrzanowem i znajdują się w dolomitach kruszczońskich. Niewielkie złoża galeny stwierdzono również w Górach Świętokrzyskich (Miedzianka, Miedziana Góra, Kadzielnia, Chęciny, Strawczyn, Łągów) — wydobywanie tego minerału odbywało się tutaj od XV do XVII stulecia. Na galenę natrafiono również w Tatrach (Ornak) i na Dolnym Śląsku (Srebrna Góra, Złoty Stok, Bolesławów, Lutnia, Marcinków, Kamienna Góra, Świdnica, Wałbrzych, Jawor) (Bolewski, Manecki 1993).

Złoża rud ołowiu o znaczeniu przemysłowym występują w północnym oraz północno-wschodnim obrzeżu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Obecnie wydobywanie prowadzi się ze złoża Balin-Trzebionka w rejonie chrzanowskim oraz ze złóż Olkusz i Pomorzany w rejonie olkuskim. W bytomskim rejonie złóż rud ołowiu nie prowadzi się już wydobywania ze względu na to, że pozostały tam jedynie złoża pozabilansowe. Złoża rejonu zawierciańskiego nie są do tej pory zagospodarowane. Na rysunku 1 przedstawiono rozmieszczenie złóż rud cynku i ołowiu występujących na terenie Polski południowej. W tabeli 1 natomiast zamieszczono informacje o wielkości wydobywania rud cynku i ołowiu w latach 1994—2004.

Z danych zamieszczonych w tabeli 1 można wywnioskować, że wydobywanie przez ostatnie 10 lat utrzymało się na tym samym stałym poziomie.

Krajowa produkcja górnicza ołowiu (ze względu na znaczny eksport) nie jest wystarczająca dla zaspokojenia potrzeb przemysłu przetwórczego. Część ołowiu musi być zatem importowana z innych państw, między innymi: ze Szwecji, Kazachstanu, Rumunii, Niemiec, Australii, Czech, Belgii.

Ilość importowanych oraz eksportowanych w 2004 roku surowców ołowiu oraz wartość tych obrotów zestawiono w tabeli 2.

TABELA 1

Wydobycie rud cynku i ołowiu z wyszczególnieniem ilości ołowiu metalicznego w latach 1994—2004

TABLE 1

Output of ore Zn and Pb and detailing the number of metallic Pb in years 1994—2004

Lata	Rudy cynku i ołowiu [tys. Mg]	Zawartość ołowiu w rudach [tys. Mg Pb]
1994	4 821	74
1995	5 314	70
1996	4 979	75
1997	4 883	71
1998	4 952	75
1999	4 919	83
2000	4 862	69
2001	4 765	74
2002	4 730	73
2003	4 854	77
2004	4 897	76

Źródło: Państwowy Instytut Geologiczny, 2006

TABELA 2

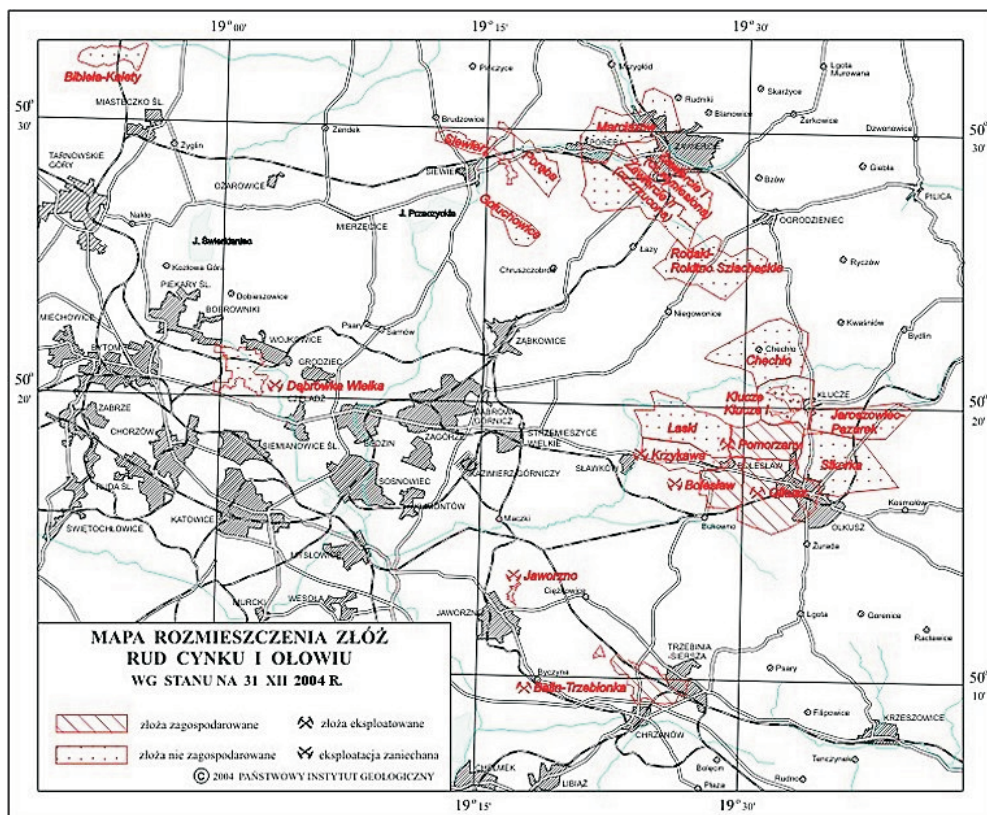
Import oraz eksport surowców ołowiu w 2004 roku

TABLE 2

The import and the export of raw materials of lead in 2004 of year

Surowiec	Import		Eksport	
	masa [kg]	wartość [tys. zł]	masa [kg]	wartość [tys. zł]
Rudy i koncentraty Pb	0	0	94 125 643	126 644
Odpady zawierające Pb	0	0	109 135 300	1 214
Ołów rafinowany i nierafinowany, nie obrobiony	34 759 431	126 259	37 750 110	122 187
Stopy Pb	15 429 335	56 193	1 536 447	4 836
Odpady i złom Pb	588 244	1 166	632 750	1 681
Proszki i płatki Pb	92	8	1 200	13
Związki Pb	1 040 243	4 788	5 103 856	8 228

Źródło: Państwowy Instytut Geologiczny, 2006



Rys. 1. Rozmieszczenie złóż rud ołowiu  
 Źródło: Państwowy Instytut Geologiczny, 2006

Fig. 1. Arrangement of ores Pb deposit

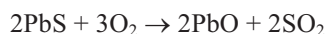
Jak widać z danych zestawionych w tabeli 2, Polska eksportuje przede wszystkim rudy ołowiu i ich koncentraty, odpady zawierające ołów oraz związki Pb, natomiast importuje w największych ilościach stopy ołowiu. Surowcem ołowiu, który jest zarówno eksportowany (trzecia pozycja pod względem ilości), jak i importowany (pierwsza pozycja) jest ołów rafinowany i nierafinowany. Największymi odbiorcami są Niemcy i Czechy, większość zakupów natomiast pochodzi z Kazachstanu, Niemiec i Rumunii (Ney, Smakowski, red., 2005).

## 2. Otrzymywanie oraz zastosowanie ołowiu

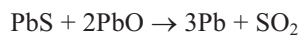
Metaliczny ołów otrzymuje się przede wszystkim z galeny, czyli siarczku ołowiu o wzorze PbS, w skład którego wchodzi 86,6% Pb i 13,4% S. Może on zawierać również domieszki innych pierwiastków: srebra, cynku, arsenu, antymonu, selenu, żelaza, kadmu, a nawet złota (Heflik, Natkaniec-Nowak 1998).

Kryształy galeny (rys. 2) mają najczęściej postać sześciianu lub tworzą kombinację sześciianu i ośmiościanu. Jest to minerał, który powstaje w pegmatytowym lub częściej w hydrotermalnym stadium krystalizacji magmy oraz w osadowych skałach węglanowych (zwykle wapieniach i dolomitach), w wyniku działania na nie roztworów hydrotermalnych. Jest to minerał o doskonałej łupliwości.

Ołów można otrzymać w reakcji utleniania galeny. Reakcja ta przebiega w piecu płomiennym w temperaturze 500—600°C w obecności powietrza:



Po zamknięciu dopływu powietrza w dalszym ciągu praży się rudę. Podczas tego procesu reszta nieutlenionego siarczku (PbS) reaguje z tlenkiem ołowiu (PbO) według schematu:



Siarczek ołowiu można również redukować tlenkiem węgla lub żelazem. Najnowsza metoda otrzymywania ołowiu polega na elektrolizie PbS w stopionym chlorku ołowiu (II)  $\text{PbCl}_2$ , po czym na katodzie wydziela się ołów, a na anodzie siarka.

Ołów, ze względu na swoje właściwości zarówno chemiczne jak i fizyczne, znalazł wielorakie zastosowanie. Bardzo łatwo utlenia się na powietrzu, a szczególnie w obecności



Rys. 2. Skupiska idiomorficznych kryształów galeny  
Źródło: Duda, Rejl 1994

Fig. 2. Clusters of PbS crystals

pary wodnej. Na jego powierzchni wytwarza się wówczas warstwa ochronna zabezpieczająca go przed dalszym utlenianiem. Z rozcieńczonymi kwasami (solnym i siarkowym) tworzy na swojej powierzchni trudno rozpuszczalne sole ( $\text{PbCl}_2$  i  $\text{PbSO}_4$ ). Sole te, pokrywając całą jego powierzchnię powodują, że wytwarza się warstwa ochronna zapobiegająca przed dalszą degradacją powierzchni. Ołów stosuje się do wyrobu rur do kwasów: siarkowego(IV) i (VI), fosforowego oraz rur kanalizacyjnych. Ołowiem wykłada się również komory i wieże do produkcji kwasu siarkowego, celulozy i wapna bielącego. W lecznictwie i laboratoriach naukowych ołów znalazł zastosowanie jako ekrany zabezpieczające przed promieniowaniem rentgenowskim oraz gamma ( $\gamma$ ). Z ołowiu wyrabia się również pojemniki do przechowywania i transportu nuklidów promieniotwórczych. Ołów stosuje się również do wyrobu akumulatorów oraz do pokrywania kabli elektrycznych (Pazdro 1992).

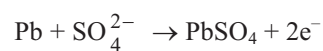
### 3. Budowa oraz zasada działania akumulatora kwasowo-ołowiowego

Najprostsza i zarazem najbardziej ogólna definicja ogniwa elektrochemicznego mówi, że (Czerwiński, Rogulski 2004) jest to układ dwóch różnych elektrod zanurzonych w tym samym lub innym elektrolicie, albo dwóch jednakowych elektrod zanurzonych każda w innym elektrolicie, graniczących ze sobą w taki sposób, że przy zapewnieniu przewodnictwa jonowego i po połączeniu obu elektrod przewodnikiem możliwa jest wymiana elektronów. Zasada działania akumulatora kwasowo-ołowiowego polega na zamianie energii chemicznej na energię elektryczną. Powstałe w wyniku utleniania anody elektrony zasilają zewnętrzny odbiornik energii, a następnie powracają do ogniwa, gdzie biorą udział w reakcji redukcji katody.

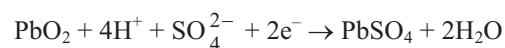
Podstawowym składnikiem akumulatora jest ołów. Elektrody wykonane są z płyt ołowianych — kratownic. Zanurzone są w roztworze kwasu siarkowego(VI). W wyniku ładowania na elektrodzie ujemnej powstaje ołów, a na elektrodzie dodatniej — tlenek ołowiu(IV).

Podczas pracy akumulatora przebiegają następujące procesy elektrodowe (Pazdro 1992):

— na elektrodzie ujemnej (anoda):

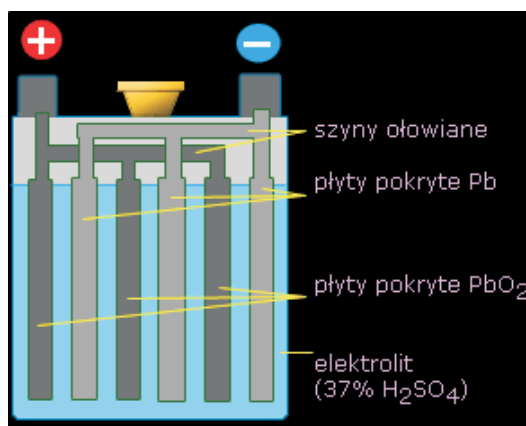


— na elektrodzie dodatniej (katoda):



Sumaryczny proces w ogniwie przebiega następująco:





Rys. 3. Schemat akumulatora kwasowo-ołowiowego  
 Źródło: Chemia — wirtualny podręcznik. Podstawy i zastosowania

Fig. 3. Diagram of the acid-lead accumulators

Podczas ładowania akumulatora reakcja biegnie na prawo, podczas pracy — na lewo. Schemat akumulatora kwasowo-ołowiowego został przedstawiony na rysunku 3.

#### 4. Uwarunkowania prawne postępowania ze zużytymi akumulatorami

Ołów metaliczny oraz wszystkie jego związki są silnie toksyczne, dlatego tak ważny jest prawidłowy przebieg procesu zbiórki i recyklingu tego surowca, znajdującego się w znacznych ilościach w zużytych akumulatorach kwasowo-ołowiowych. W tym celu zarówno w państwach Unii Europejskiej, jak i w Polsce powstały akty prawne, w których szczególny nacisk został położony na sposób zbiórki, recyklingu oraz składowania tego odpadu.

Celem nadrzędnym Dyrektywy 91/157/EEC z 18 marca 1991 r. w sprawie akumulatorów i baterii zawierających szkodliwe substancje było ujednoczenie przepisów państw UE dotyczących produkcji, odzysku i kontrolowanej likwidacji zużytych baterii i akumulatorów zawierających określone ilości rtęci (powyżej 25 mg rtęci na ogniwo — za wyjątkiem baterii manganowo-cynkowych z elektrolitem alkalicznym), kadmu (powyżej 0,025% wagowych), bądź ołowiu (powyżej 0,4% wagowych). Dyrektywa ta zobowiązywała również państwa członkowskie do podjęcia wszelkiego rodzaju działań zapewniających selektywną zbiórkę zużytych baterii i akumulatorów celem ich odzyskania lub unieszkodliwiania oraz — jeżeli jest to uzasadnione — wprowadzenia systemu depozytowego (czyli pobierania dodatkowych kwot pieniężnych przy zakupie baterii lub akumulatorów, które następnie podlegają refundacji po zwrocie zużytych baterii lub akumulatorów). Uzupełniający charakter ma Dyrektywa Komisji 93/86/EEC z 4 października 1993 r. dostosowująca do postępu technicznego Dyrektywę 91/157/EEC. Wprowadziła ona zasady oznakowania baterii i akumulatorów

zawierających szczególnie niebezpieczne substancje — zwłaszcza ołów. Ostatnią nowelizacją jest Dyrektywa 98/101/EEC z dnia 22 grudnia 1998 r., która ograniczyła możliwość produkcji (od 1 stycznia 2000 r.) wszystkich typów ogniów zawierających powyżej 0,0005% wagowych Hg, oraz ogniów guzikowych i monetowych zawierających powyżej 2% wagowych rtęci. Obecnie trwają prace nad tekstem nowej dyrektywy, mającej doprowadzić do znacznie skuteczniejszej i pełniejszej ochrony środowiska przed negatywnym oddziaływaniem zużytych baterii i akumulatorów, na całym obszarze jednolitego rynku UE. Dyrektywa ta, najprawdopodobniej wejdzie w życie w 2006 roku. W projekcie dyrektywy proponuje się wprowadzenie wskaźników zbierania (*collection targets*). Dla ogniów małowagowych zaproponowano wskaźnik 25% masy baterii wprowadzonych na rynek. Osiągnięcie tego wskaźnika będzie wymagane w czasie czterech lat po transpozycji przepisów dyrektywy do ustawodawstwa krajowego państw członkowskich UE (najprawdopodobniej od 1 lipca 2011 roku).

Ustawą, która dostosowuje polskie prawo do prawa Unii Europejskiej w dziedzinie gospodarowania odpadami jest Ustawa o odpadach (Dz.U. nr 62, poz. 628) z 27 kwietnia 2001 r. Określa ona „*zasady postępowania z odpadami w sposób zapewniający ochronę życia i zdrowia ludzi oraz ochronę środowiska zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, a w szczególności zasady zapobiegania powstawaniu odpadów lub ograniczenia ilości odpadów i ich negatywnego oddziaływania na środowisko, a także odzysku lub unieszkodliwiania odpadów*”. Nakłada ona na posiadacza odpadów w postaci akumulatorów, które powstały w wyniku prowadzonej przez niego działalności gospodarczej, obowiązek (art. 41.2.) „*selektywnej zbiórki, umożliwiającej późniejszy odzysk lub unieszkodliwienie odpadu*”. Obowiązek ten nałożony został na posiadaczy akumulatorów zawierających (zgodnie z art. 41.4.3.) wagowo powyżej 0,4 % ołowiu. Ostatnią nowelizacją opisanej powyżej ustawy jest Ustawa z dnia 29 lipca 2005 r. (Dz.U. nr 175, poz. 1458) o zmianie ustawy o odpadach oraz o zmianie niektórych innych ustaw.

Ustawa z dnia 21 stycznia 2005 r. o zmianie ustawy o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej i depozytowej (Dz.U. nr 33, poz. 291) nakłada na producentów i importerów akumulatorów obowiązek odzysku i recyklingu akumulatorów jako odpadu poużytkowego w ilości wynikającej z ustalonego wskaźnika odzysku. Zgodnie z Ustawą producenci i importerzy akumulatorów kwasowo-ołowiowych (symbol PKWiU: 31.40.21, 31.40.22) są zobowiązani do odzysku **wszystkich** wprowadzonych na rynek akumulatorów. W sprzedaży akumulatorów kwasowo-ołowiowych obowiązuje tzw. opłata depozytowa. Opłata depozytowa jest to (Dz.U. nr 33, poz. 291) art. 2. pkt 8: „*opłata pobierana przy sprzedaży detalicznej akumulatorów kwasowo-ołowiowych jako osobnych produktów, której zwrot następuje po przekazaniu zużytego akumulatora sprzedawcy detalicznemu tych akumulatorów lub do punktu zbiórki zużytych akumulatorów zorganizowanych przez przedsiębiorcę*”. Stawka opłaty depozytowej zgodnie z art. 20, pkt 3 wynosi 30 zł za sztukę.



## 5. Zakłady unieszkodliwiania

Zużyte akumulatory ołowiowe poddawane są procesom technologicznym mającym na celu odzysk zawartego w nich ołowiu i kwasu siarkowego. W Polsce istnieją dwa duże zakłady, które zajmują się przerobem zużytych akumulatorów kwasowo-ołowiowych. Obydwa zakłady zlokalizowane są na terenie województwa śląskiego: w Bytomiu — Orzeł Biały S.A., którego moc przerobowa wynosi 100 tys. Mg/rok złomu akumulatorowego, oraz w Świętochłowicach — Baterpol S.A., z mocą przerobową 70 tys. Mg/rok.

Moce przerobowe Baterpol S.A. pozwalają na roczne odzyskanie (Bendkowski, Wengierek 2004):

- 17 500 Mg ołowiu metalicznego,
- 28 500 Mg pasty ołowiowej,
- 3 500 Mg polipropylenu,
- 700 Mg odpadów żelaznych,
- 1 400 Mg elektrolitu, przy przerobie 70 000 Mg złomu akumulatorowego rocznie.

## 6. Technologia recyklingu akumulatorów kwasowo-ołowiowych

W firmie Baterpol występują trzy główne procesy technologiczne (Bendkowski, Wengierek 2004):

- 1) segregacja złomu akumulatorowego,
- 2) przerób ołowiu w krótkim piecu obrotowym,
- 3) rafinacja ołowiu.

Ad.1. Złom akumulatorowy transportowany jest do pojemnika zasypowego. Elektrolit, który znajdował się w akumulatorze doprowadzany jest specjalnym systemem kanalizacji do dwóch kwasoodpornych zbiorników magazynowych o pojemności 250 ton każdy. Następnie opróżniony z elektrolitu akumulator transportowany jest podawaczem wibracyjnym do kruszarki młotkowej, w której następuje jego rozdrobnienie. W kolejnym etapie procesu rozdrobniony złom spada na sito wibracyjne. Pod wpływem silnego strumienia wody następuje rozdział na dwie frakcje:

- pastę ołowiową, która przedostaje się grawitacyjnie do osadnika, skąd po usunięciu wody tłoczona jest do prasy filtracyjnej. W prasie tej następuje rozdział na filtrat i placek filtracyjny, który po osuszeniu tworzy pastę ołowiową. Pasta ołowiowa w swoim składzie zawiera min. 60% wagowych ołowiu, zawartość wilgoci maks. 13%, zawartość antymonu maks. 0,4% w stosunku wagowym. W składzie pasty znajduje się również rozkruszony ebonit. Pasta ołowiowa (czyli tlenek i siarczan ołowiu) jest końcowym produktem handlowym;
- produkt górny, trafia do hydroseparatora, w którym następuje rozdział na trzy frakcje:
  - frakcja najcięższa, którą stanowią stopy ołowiu,

- frakcja pośrednia, którą stanowi polipropylen,
- frakcja pływająca, która kierowana jest od osadnika pasty ołowiowej.

Ad.2. W procesie przerobu materiałów ołowionośnych w krótkim piecu obrotowym otrzymuje się surowy ołów poprzez stopienie metalicznego ołowiu znajdującego się we wsadzie oraz przez redukcję związków ołowiu (głównie tlenków) za pomocą węgla (koksiku) i tlenku węgla. Ołów może być również redukowany w bezpośredniej reakcji pomiędzy tlenkiem i siarczanem ołowiu.

Przerób ołowiu w krótkim piecu obrotowym prowadzony jest w temperaturze 900—1000°C. W procesie przetapiania złomu akumulatorowego oraz zgarów porafinacyjnych do wsadu dodaje się 2—12% koksiku i 2—5% sody kaustycznej oraz pyły wychwycone przez filtry workowe w ilości 120 kg/nadmiar. Proces wytopu trwa trzy godziny. Po tym czasie spuszcza się ołów do uprzednio wygrzanych wanien stalowych o pojemności 3—5 Mg. Po odlaniu ołowiu w piecu zostaje żużel, który następnie wywożony jest na składowisko.

Ad.3. Rafinacja ołowiu jest procesem przebiegającym w specjalnych kotłach rafinacyjnych. Polega na przetopieniu ołowiu uzyskanego w procesie przetapiania złomu w krótkim piecu obrotowym wraz z ołowiem pochodzącym z innych źródeł, w celu uzyskania produktu końcowego o określonym składzie chemicznym. Obecnie produkuje się 15 rodzajów stopów ołowiu, które sprzedawane są w postaci „gąsek” lub gotowych produktów w postaci: rur, blachy, prętów, drutów, śrutu myśliwskiego lub taśm.

## 7. Bilans procesu recyklingu

W procesie recyklingu zużytych akumulatorów kwasowo-ołowiowych powstaje wiele produktów mających wartość handlową. Należą do nich ołów, polipropylen oraz pasta ołowiowa.

Z jednego akumulatora otrzymuje się (Bendkowski, Wengierek 2004):

- pastę ołowiową (44% wagi akumulatora),
- ołów (26% wagi akumulatora),
- elektrolit (20% wagi akumulatora),
- polipropylen (5% wagi akumulatora),
- odpady (5% wagi akumulatora).

W przeliczeniu na 1 tonę akumulatorów uzysk składników kształtuje się następująco (Bendkowski, Wengierek 2004):

- pasta ołowiowa — 440 kg,
- ołów — 260 kg,
- elektrolit — 200 kg,
- polipropylen — 50 kg,
- odpady — 50 kg.

Porównując ze sobą koszty (Bendkowski, Wengierek 2004) uzysku akumulatorów, składowania odpadów, recyklingu elektrolitu do przychodu jaki jest możliwy po sprzedaży

produktów handlowych stwierdzono, że działalność firm zajmujących się recyklingiem zużytych akumulatorów jest opłacalna nie tylko ze względu na ochronę środowiska przyrodniczego, ale również pod względem ekonomicznym.

### Podsumowanie

Aktualne przepisy prawne wymuszają na przedsiębiorcach (producentach oraz importerach) obowiązek odzysku wszystkich wprowadzonych na rynek akumulatorów kwasowo-ołowiowych jako odpadu poużytkowego. Baza techniczna służąca do przerobu oraz unieszkodliwiania tych odpadów jest w Polsce wystarczająca oraz dysponuje znacznymi nadmiarami mocy przerobowej. Recykling zużytych akumulatorów ma na celu nie tylko zmniejszenie ilości generowanych odpadów kierowanych na wysypiska, ale przede wszystkim ograniczenie zużycia nieodnawialnych zasobów surowców naturalnych. Poważnym problemem logistycznym, ze względu na nieekonomiczność procesu zbierania, przechowywania oraz transportu, są odpady powstające w dużym rozproszeniu, tzn. w gospodarstwach domowych, rolnictwie, małych zakładach samochodowych (Pyssa 2005).

Praca finansowana przez KBN w ramach badań własnych umowa nr 10.10.210.74

### LITERATURA

- Bendkowski J., Wengierek M., 2004 — Logistyka odpadów. T. 2. Obiekty gospodarki odpadami. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- Bolewski A., Manecki A., 1993 — Mineralogia szczegółowa. Wydawnictwo PAE, Warszawa.
- Duda R., Rejl L., 1994 — Wielka Encyklopedia Mineralogii. Wydawnictwo Elipsa, Warszawa.
- Czerwiński A., Roguński Z., 2004 — Zbiórka i recykling akumulatorów i baterii w Europie. Cz. I. Stan rynku i regulacje prawne. Przemysł chemiczny t. 83, nr 4, s. 180—185.
- Heflik W., Natkaniec-Nowak L., 1998 — Minerale Polski. Wydawnictwo Antykwa, Kraków.
- Galos K., Kamyk J., Lewicka E., Smakowski T., Szlugaj J., 2005 — Bilans gospodarki surowcami mineralnymi Polski i Świata 1999—2003, Ney R., Smakowski T. (red.), Polska Akademia Nauk, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Pracownia Polityki Surowcowej, Kraków.
- Pazdro K.M., 1992 — Podstawy chemii dla kandydatów na wyższe uczelnie. Wydanie drugie. Wydawnictwo Edukacyjne, Warszawa.
- Pyssa J., 2004 — Problemy utylizacji odpadów niebezpiecznych w województwie małopolskim. Paliwa i energia XXI wieku. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków, s. 341—344.
- Pyssa J., 2005 — Ekonomiczne aspekty ekologicznych zagrożeń. Oleje odpadowe i co dalej? Nafta & Gaz Biznes nr 6/8, s. 44, 46—48.
- Dyrektywa Rady 91/157/EEC z 18 marca 1991 r. w sprawie akumulatorów i baterii zawierających niebezpieczne substancje.
- Dyrektywa Komisji 93/86/EEC z 4 października 1993 r. dostosowująca do postępu technicznego Dyrektywę Rady 91/157/EEC w sprawie akumulatorów i baterii zawierających niebezpieczne substancje.
- Dyrektywa 98/101/EEC z dnia 22 grudnia 1998 r. w sprawie baterii i akumulatorów zawierających niebezpieczne substancje.

Ustawa o odpadach (Dz.U. nr 62, poz. 628) z 27 kwietnia 2001 r.

Ustawa o zmianie ustawy o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej i depozytowej (Dz.U. nr 33, poz. 291) z dnia 21 stycznia 2005 r.

Ustawa o zmianie ustawy o odpadach oraz o zmianie niektórych innych ustaw (Dz.U. Nr 175, poz. 1458) z dnia 29 lipca 2005 r.

Chemia — wirtualny podręcznik. Podstawy i zastosowania. — <http://www.dami.pl/~chemia>

Państwowy Instytut Geologiczny. Zakład Geologii Gospodarczej — <http://www.pgi.gov.pl>

JUSTYNA PYSSA

#### THE INDUSTRIAL WASTE MANAGEMENT ON THE EXAMPLE OF THE RECYCLED LEAD FROM ACCUMULATORS

#### Key words

Lead, receiving and application of lead, physical and chemical properties, the recycling of acid-lead accumulators, economic using

#### Abstract

The standard of living is growing in the last years. Because of that a number of manufactured wastes are rising. The superior aim of the politics of waste management is preventing rising of wastes, using and environment-friendly storing. The ways of obtaining metallic lead were discussed as well as his physical and chemical properties and application were described. The article presented as the example the Baterpol Sp. z o.o. engaged of processing and recycling of acid-lead accumulators. Paper refers to the Polish and EU legislation of waste management.