

MATERIAŁY DYDAKTYCZNE

do zajęć z przedmiotu:

RECYKLING

(projektowanie)

dla studentów kierunku

TRANSPORT

Opracował zespół w składzie:

dr inż. Barbara Sykut

dr inż. Konrad Kowalik

dr inż. Halina Marczak

Lublin 2025 r.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.
Utwór dostępny jest na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowe.

Projekt pn. „*POLLUB zieloną transformację*” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.

Technologia recyklingu maszyn i materiałów jest kluczowa dla zrównoważonego rozwoju i ochrony środowiska, obejmuje różne metody i urządzenia, które pozwalają na przetworzenie odpadów w wartościowe surowce.

Technologie te pomagają w przetworzeniu odpadów na nowe, użyteczne produkty i tym samym przyczyniają się do zmniejszenia odpadów na wysypisku śmieci i pozwalają na skuteczniejszą ochronę środowiska.

W ramach zajęć projektowych studenci opracowują projekt wybranej technologii stosowanej w segregacji i unieszkodliwianiu odpadów uwzględniając zieloną transformację lub opracowują wizję własnej działalności gospodarczej wspomagającej proces recyklingu maszyn czy urządzeń.

Projekt studenci oddają w formie papierowej. Projekty mogą być wykonywane indywidualnie lub w grupach.

Ogólne wytyczne do projektu

1. Cel projektu

- Jasno określić, co chcemy osiągnąć. Może to być zmniejszenie ilości odpadów, zwiększenie świadomości na temat recyklingu, stworzenie nowego produktu z materiałów odpadowych, itp.

2. Zakres materiałów

- Jakie materiały będą poddane recyklingowi. Mogą to być odpady plastikowe, papierowe, szklane, metalowe, organiczne lub urządzenia (maszyny) wycofane z eksploatacji.
- Jakie metody zbierania i segregowania odpadów będą stosowane. Jakie pojemniki i etykiety będą używane, by umożliwić łatwą segregację.

3. Zrównoważony rozwój

- Jak projekt będzie ograniczać negatywne skutki dla środowiska. Przeanalizować czy można zmniejszyć emisje CO₂, zużycie wody, energii, itp.
- Ponowne użycie materiałów, zalecanie do ponownego wykorzystania materiałów w ramach projektu może być ważnym elementem. Przykładem może być wytwarzanie nowych przedmiotów z odpadów.

4. Innowacyjne podejście

- Nowe technologie, czy jest możliwość zastosowania nowych technologii, które poprawią efektywność recyklingu. Czy może to obejmować różne techniki

sortowania, maszyny do przetwarzania materiałów lub aplikacje mobilne do śledzenia i zarządzania odpadami.

5. Logistyka

- Transport i magazynowanie czyli jakie systemy transportu i magazynowania mogą być używane do przetwarzania odpadów. Zorganizowanie odpowiednich punktów zbiórki może być kluczowe.

6. Koszty

- Jakiek mogą być koszty związane z realizacją projektu recyklingu maszyn i materiałów.

Co powinien zawierać projekt z recyklingu.

1. Wstęp

- Krótkie wprowadzenie, przedstawiające cel i znaczenie recyklingu.
- Omówienie problemów związanych z odpadami.
- Przegląd zagadnień, które zostaną omówione w projekcie.

2. Określenie celu i zakresu projektu

- Zdefiniowanie głównego i szczegółowego celu projektu.
- Wybór rodzaju odpadu, urządzenia (maszyny) wycofanego z eksploatacji.

3. Przegląd literatury/ustaw, rozporządzeń, instrukcji

- Przegląd istniejącej literatury związanej z wybranym rodzajem odpadu, urządzenia (maszyny) wycofanego z eksploatacji.
- Omówienie różnych technik i technologii recyklingu.
- Analiza wyzwań i możliwości w recyklingu.

4. Metodologia

- Opis metod badawczych i procedur, które zostaną zastosowane w projekcie.
- Określenie źródeł danych i sposobów ich zbierania.

5. Analiza danych

- Przedstawienie i omówienie zebranych danych.
- Analiza wyników w kontekście celu projektu.
- Omówienie wniosków z badań i ich implikacji dla przyszłych działań recyklingowych.

- Zaproponowanie ewentualnych rozwiązań problemów zidentyfikowanych w analizie.

6. Podsumowanie/Wnioski

- Krótkie omówienie znaczenia recyklingu dla przyszłości środowiska i społeczeństwa.

7. Bibliografia

- Pełna lista cytowanych prac naukowych, artykułów, książek stron internetowych.

Przykładowe tematy realizowane za zajęciach projektowych:

1. Projekt recyklingu akumulatorów stosowanych w różnego rodzaju maszynach i urządzeniach, w tym pojazdach elektrycznych.
2. Recykling akumulatorów kwasowo – ołowiowych.
3. Recykling baterii cynkowo- węglowych i alkalicznych.
4. Recykling reaktorów katalitycznych metodą ROSE'a.
5. Technologia odzysku olejów bazowych z olejów przepracowanych.
6. Recykling urządzeń chłodniczych.
7. Projekt recyklingu baterii cynkowo-węglowych i alkalicznych.
8. Projekt recyklingu wysokoprężnych lamp ksenonowych.
9. Wybrane technologie recyklingu zużytych opon.
10. Projekt recyklingu telefonów komórkowych.

Przykładowe projekty

1. Recykling zużytych opon samochodowych

Wstęp	4
1. Cel pracy.....	5
2. Uwarunkowania prawne związane ze zużytymi oponami.....	5
3. Charakterystyka i budowa opony.	7
4. Gospodarowanie zużytymi oponami.	10
4.1. Klasyfikacja opon na podstawie stopnia ich zużycia.	10
4.2. Sposoby zbierania zużytych opon.	10
5. Możliwości zagospodarowania zużytych opon.....	11

5.1. Recykling materiałowy.....	11
5.1.1. Rozdrabnianie opon w temperaturze otoczenia.	12
5.1.2. Rozdrabnianie opon metodą kriogeniczną.....	12
5.1.3. Rozdrabnianie opon metodą Berstorffa	13
6. Zagrożenia środowiska związane z recyklingiem opon.....	16
7. Podsumowanie	19
8. Bibliografia	19

Wstęp

Celem każdego recyklingu, któremu poddany jest zużyty przedmiot, jest całkowity odzysk wszystkich komponentów materiałowych i chemicznych, z których dany przedmiot został wyprodukowany. Jednak nie zawsze jest to wykonalne.

Dynamiczny rozwój motoryzacji na świecie sprawia, że każdego roku powstają odpady w postaci zużytych opon samochodowych, które stanowią poważny problem zarówno ekologiczny, jak i ekonomiczny. Z tego względu podjęto badania nad doskonaleniem metod rozdrabniania i oczyszczania gumy oraz sposobem zagospodarowania zużytych opon samochodowych. Badania te zyskały priorytet w Unii Europejskiej i są koordynowane przez Europejskie Stowarzyszenie Recyklingu Opon (ETRA).

Stosowane w Europie technologie recyklingu zużytych opon są technologiami archaicznymi i nie są w stanie sprostać wymogowi całkowitego odzysku. Opony oprócz gumy zawierają kord tekstylny i stalowy a ponadto tlenek cynku, siarkę i dodatki chemiczne, które trudno oddzielić podczas procesów recyklingu. Ponieważ recykling opon, ze względu na ich skład i budowę jest znacznie trudniejszy niż np. metali, szkła i termoplastów, wymaga więc zastosowania specyficznej technologii.

Z punktu widzenia ochrony środowiska w Europie opony są poważnym problemem, ponieważ stanowią 60-70% produkcji przemysłu gumowego i od lat większość z nich trafia na składowiska. Często bywa tak, że zużyte opony są zwyczajnie porzucane, np. w lasach, a to powoduje zagrożenie dla środowiska. Mając na uwadze ten fakt i to, że w 2009 r. z kół europejskich pojazdów zdjęto 3,5 mln. ton opon (z czego w Polsce 180 tys. ton), samoistnie nasuwa się wniosek, że Europie i

Polsce potrzebna jest technologia recyklingu zużytych opon pozwalająca na całkowite i szybkie ich zagospodarowanie.

1. Cel i zakres pracy

Celem pracy jest opisanie sposobu recyklingu materiałowego opon samochodowych oraz przedstawienie kompletnej linii do recyklingu opon i dewulkanizacji gumy.

W pracy zawarto uwarunkowania prawne związane ze zużytymi oponami. Część teoretyczna zawierała: charakterystykę, budowę i zagospodarowanie opon oraz zagrożenia wynikające z ich przetwarzaniem. Główny temat pracy odnosi się do recyklingu materiałowego. W projekcie przedstawiono linię technologiczną do recyklingu opon i dewulkanizacji gumy.

2. Uwarunkowania prawne związane ze zużytymi oponami

Problem zużytych opon urósł do takich rozmiarów, że uważa się je za jedno z największych źródeł odpadów przemysłowych na świecie.

W wyniku takiego stanu rzeczy powstaje konieczność utylizacji odpadów powstających

w przemyśle, w sposób kontrolowany i zgodny z prawem.

Dostosowanie polskiego prawa do reguł obowiązujących w Unii Europejskiej pociągnęło za sobą nałożenie na producentów i importerów opon obowiązku częściowego ich odzysku. Nowe regulacje prawne dotyczące utylizacji opon określiła ustawa z dnia 11 maja 2001 roku o obowiązkach przedsiębiorstwa w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej i opłacie depozytowej (Dz.U. Nr 63, poz. 39 z 22 czerwca 2001r.), która weszła w życie z początkiem 2002 roku. Ustawa ta stała się również podstawą prawną do powołania Stowarzyszenia Producentów i Importerów Opon oraz spółki akcyjnej, której zadaniem jest utylizacja opon[7].

Jednocześnie Ustawa o odpadach wprowadziła zakaz składowania zużytych opon na składowiskach, który zgodnie z tzw. ustawą wprowadzającą, będzie obowiązywał dla całych opon od 1 lipca 2003 r., a dla części opon od 1 lipca 2006 r. (w Dyrektywie UE stosowany jest termin rozdrobnione opony)[7].

Ustawa jednak wyraźnie mówi o obowiązku uzyskania wyznaczonego poziomu odzysku przez producentów i importerów, a więc dotyczy tylko opon wprowadzonych na rynek. A przecież po polskich drogach jeżdżą miliony samochodów mających "stare" opony, czyli zakupione przed obowiązywaniem ustawy. Jednocześnie co roku tysiące samochodów oddawanych jest na złom.

Obecnie istnieje zasada „poszerzonej odpowiedzialności producentów” jest podstawą nowoczesnej gospodarki odpadami w Unii Europejskiej, stając się bardzo ważnym instrumentem w unijnej strategii „odpadowej” i we wszystkich tzw. Dyrektywach „nowego podejścia”, obejmujących wraki samochodowe (w tym opony), zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny czy odpady po bateriach i akumulatorach. W Polsce zasadą „poszerzonej odpowiedzialności producentów” objęto po raz pierwszy, od roku 2002 r. kilku producentów, poprzez ustawę z 11 maja 2001 roku o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej i opłacie depozytowej, zwana potocznie ustawą „produktową”. Jednym z produktów, które ustawa objęła są nowe i używane opony samochodowe.

Wprowadzając opony na rynek krajowy, a więc producenci i importerzy opon, zostali zobowiązani do zorganizowania zbiorki zużytych opon i zapewnienia wyznaczonych poziomów odzysku i recyklingu tych odpadów. Ustanowiony na rok 2002 wymagany poziom odzysku wynosił 25%, nie wyznaczono odrębnego poziomu recyklingu. Już w 2009 r. na przedsiębiorców wprowadzających opony na rynek nałożono obowiązek osiągania rocznego poziomu odzysku w wysokości 75% i recyklingu w wysokości 15%. Nałożony prawem obowiązek może być realizowany samodzielnie przez producentów i importerów opon, bądź za pośrednictwem organizacji odzysku. Nie osiągnięcie przez przedsiębiorców i organizacje odzysku ustalonych poziomów odzysku i recyklingu skutkuje koniecznością uiszczenia tzw. opłaty produktowej, obliczanej oddzielnie dla odzysku oraz recyklingu.

Zgodnie z danymi Europejskiego Stowarzyszenia Producentów Opon i Gumy w 2007 r. wprowadzono na europejski rynek 3,4 mln ton opon, z czego zagospodarowano 3,1 mln Mg (ponad 91%). W 1992 r. wskaźnik zagospodarowania zużytych opon wynosił tylko 32%. Obecne wyniki świadczą, że efekty zagospodarowania opon w Europie są już lepsze niż w Japonii (89%) czy Kanadzie

(80%).

3. Charakterystyka i budowa opony

Opona to produkt złożony, zbudowana z różnych materiałów, o specyficznych właściwościach, powiązanych ze sobą w trwały sposób. Na rysunku 3.1. przedstawiono budowę opony.



Rys. 3.1. Budowa opony[8]

Bieżnik to zewnętrzna część opony odpowiedzialna za kontakt z nawierzchnią drogi i przenoszenie obciążeń. Bieżnik opony zapewnia właściwą przyczepność na zakrętach i stabilność podczas prowadzenia. Musi być zarówno elastyczny jak i odporny na ścieranie, uderzenia i przebicia, musi także słabo się rozgrzewać.

Ściana boczna (bok opony) to konstrukcyjna część opony wykonana z miękkiej mieszanki gumowej, mająca zasadnicze znaczenie dla amortyzacji całej opony. Zabezpiecza całą oponę przed uderzeniami, które mogłyby uszkodzić szkielet. Warstwy usztywniające bieżnik to zbrojone cienkimi, ale bardzo wytrzymałymi drutami szczytowe warstwy opony. Układane ukośnie, warstwami i klejone między sobą. Muszą być wystarczająco sztywne w kierunku obwodowym opony, aby się nie

rozciągać pod wpływem siły odśrodkowej, aby średnica opony była zawsze opanowana, niezależnie od warunków użytkowania. Muszą być także wystarczająco wytrzymałe w kierunku poprzecznym, aby wytrzymywać siły znoszenia. Ale równocześnie muszą być giętkie w kierunku pionowym, aby łatwo pokonywać przeszkody.

Osnowa (szkielet) to wewnętrzna warstwa opony złożona z cienkich drutów i tkanin ułożonych w proste łuki i sklejone kauczukiem. Drobne elementy stalowe są kluczowe dla konstrukcji opony, dają jej wytrzymałość na ciśnienie zapobiegając jednocześnie przed nadmiernym zniekształcaniu boków opony podczas pokonywania nierówności. W tej warstwie opony znajduje się około 1400 drutów, z których każdy ma wytrzymałość 15 kg.

Stopka to część opony, ukształtowany specjalnie do zarysu obręczy zapewnia szczelny i stabilny kontakt opony z felgą. Zbudowany jest z dwóch zasadniczych części; rdzenia i jego gumowej obudowy – podgumowanej tkaniny kordowej. Ze względu na konstrukcję stopki mamy do czynienia z oponami dętkowymi (tube type) lub bezdętkowymi (tubeless).

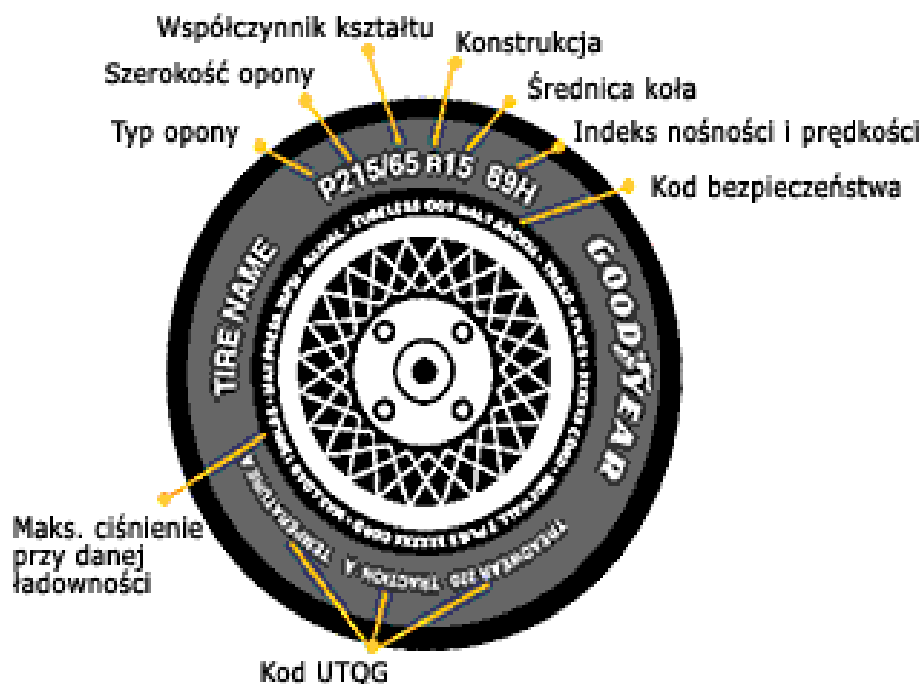
Drutówka to konstrukcyjny element opony, dzięki któremu stopka posiada wysoką sztywność i wytrzymałość obwodową. Zastosowanie drutówki pozwala oponie na przenoszenie znacznych obciążeń rozciągających pochodzących z felgi. Drutówka połączona jest z osnową opony za pomocą wczepu, tj. gumowanej tkaniny kordowej i paska mieszanki gumowej, tzw. wypełniacza.

Opasanie jest warstwą materiału złożoną z cienkich nitek. Ułożona jest przeważnie wzdłuż środka opony pod bieżnikiem. Zwykle jest to kilka warstw. Opasanie wzmacnia oponę w przypadku uderzeń i wspomaga utrzymanie równomiernego kontaktu opony z nawierzchnią drogi.

Wzmocnienie boku to element opony wykonany z twardej gumy, odpornej na odkształcenia dynamiczne. Jest dodatkową częścią opony, nadającą jej sztywności.

Wewnętrzna warstwa uszczelniająca to warstwa specjalnego, miękkiego kauczuku pełniąca rolę dętki w oponach bezdętkowych.

Poniższy rysunek 3.2. przedstawia oznaczenie opony.



Rys. 3.2. Oznaczenie opony[8]

Opis oznaczeń na oponach:

205/55 R 15 90 H

205 - szerokość opony w mm.,

55 - stosunek wysokości do szerokości opony,

R - radialna konstrukcja podbudowy,

15 - średnica obręczy w calach,

90 - współczynnik nośności w kg.

H - współczynnik prędkości.

4. Gospodarowanie zużytymi oponami

4.1. Klasyfikacja opon na podstawie stopnia ich zużycia

Klasyfikację opon ze względu na stopień ich zużycia można przeprowadzić, grupując opony na trzy oddzielne grupy:

Do pierwszej grupy zalicza się opony, które można użyć zgodnie z ich pierwotnym przeznaczeniem, ponieważ mają zachowaną określoną minimalną geometrię bieżnika oraz nie posiadają żadnych innych dyskwalifikujących wad. Należy pamiętać, że głębokość bieżnika opon pojazdu samochodowego musi wynosić co najmniej 1,6 mm. Pomiaru głębokości bieżnika dokonuje się zawsze w kilku miejscach na oponie. Wszystkie opony posiadają wskaźniki zużycia bieżnika znajdujące się na dnie rowków. Zużycie bieżnika do poziomu wskaźników oznacza, że zgodnie z przepisami opona jest zużyta i należy ją wymienić[4].

Druga to te nadające się do dalszej eksploatacji po nacięciu bieżnika lub po bieżnikowaniu tj. po trwałym naniesieniu nowego bieżnika poprzez wulkanizację.

Trzecia to opony zużyte, które nie nadają się do dalszego użytkowania. W zależności od stanu kierowane są do innych miejsc ich przerobu. I tak opony używane sprzedawane są w punktach zbiórki opon, a te częściowo zużyte trafiają do zakładów nacinających bieżniki lub do wulkanizacji bieżnika. Nacinanie (pogłębianie) rowków bieżnika jest możliwe tylko w przypadku opon samochodów ciężarowych. Opony zużyte traktowane są jako odpad i nadają się do zagospodarowania poprzez: recykling produktowy, recykling materiałowy oraz odzysk energii [5].

4.2. Sposoby zbierania zużytych opon.

Zbieranie opon używanych nie jest łatwe, ale ciągle pracuje się nad coraz lepszą formą zbiórki. Trudny do zaakceptowania jest również fakt, że to użytkownik powinien płacić zbierającemu, a nie odwrotnie. Koszt transportu opon używanych jest znaczny ze względu na ich dużą objętość w stosunku do masy.

W województwie lubelskim istnieje firma ORZEŁ S.A zajmująca się zbieraniem i utylizacją zużytych opon. Oferują oni usługę bezpłatną dotyczącą zbioru opon w odległości 150 km od Lublina. Darmowa zbiórka dotyczy opon z samochodów

osobowych, ciężarowych, dostawczych, natomiast opony rolnicze i przemysłowe przyjmowane są za opłatą, ze względu na wielkość i ciężar opon. Zbieranie i segregacja mogą być dokonywane w następujących miejscach[5]:

- państwowe, komunalne i prywatne jednostki skupujące i przyjmujące odpady gumowe,
- stacje demontażu pojazdów,
- stacje obsługi samochodów dokonujące wymiany opon,
- punkty sprzedaży nowych opon, przyjmujące stare opony na wymianę,
- duże przedsiębiorstwa transportowe.

5. Możliwości zagospodarowania zużytych opon

Istnieje szereg metod wykorzystania wyeksploatowanych opon samochodowych nie nadających się do regeneracji przez bieżnikowanie. Należą do nich[2]:

- a) rozdrabnianie opon
- b) wytwarzanie regeneratu,
- c) piroliza,
- d) spalanie w celu odzysku energii cieplnej,
- e) wytwarzanie proszku gumowego,
- f) produkcja destruktu gumowego,
- g) wykorzystanie zużytych opon w całości,

Głównym celem projektu jest przedstawienie sposobu recyklingu materiałowego opon samochodowych.

5.1. *Recykling materiałowy*

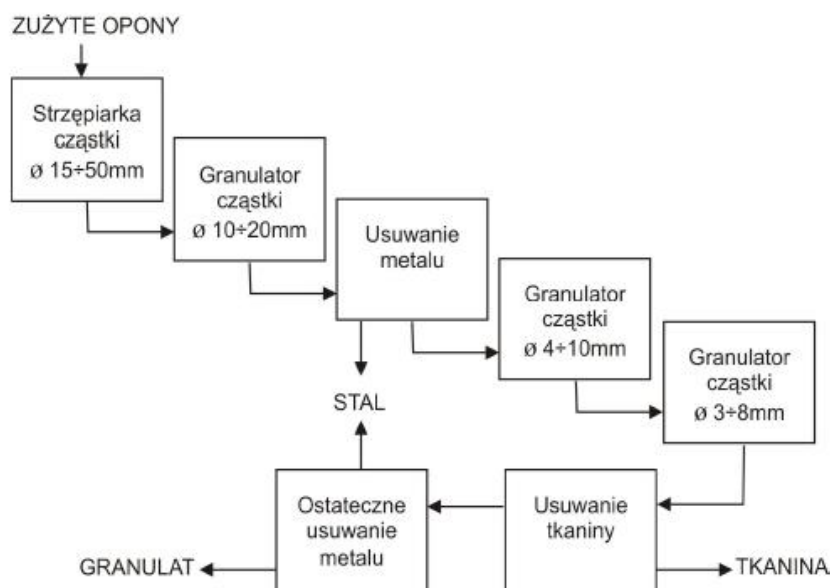
Podstawowym procesem umożliwiającym recykling materiałowy zużytych opon jest ich rozdrabnianie. W wyniku rozdrabniania otrzymuje się produkt zawierający gumę, włókna i stal. Kolejnym niezbędnym etapem jest oddzielenie włókien i kawałków drutu stalowego oraz segregacja rozdrobnionej gumy na frakcje i ewentualne dodatkowe rozdrabnianie. Najbardziej znane i sprawdzone są metody rozdrabniania mechanicznego poprzez cięcie i rozcieranie. Istnieje tu wiele rozwiązań, np.:

- rozdrabnianie opon w temperaturze otoczenia,

- rozdrabnianie opon metodą kriogeniczną,
- rozdrabnianie opon metodą Berstorffa.

5.2. Rozdrabnianie opon w temperaturze otoczenia

Wstępnie pocięte opony rozdrabniane są za pomocą specjalnych młynów, granulatorów lub walcarek. Miał lub granulát ma nieregularny kształt i rozwiniętą postrzępioną powierzchnię. Średnica cząstek wynosi ok. 420 μm . W celu usunięcia włókien kordu tekstylnego stosuje się separację pneumatyczną, a kawałki metalu usuwa za pomocą elektromagnesu. Schemat linii do rozdrabniania gumy w temperaturze otoczenia przedstawia rys. 5.1.

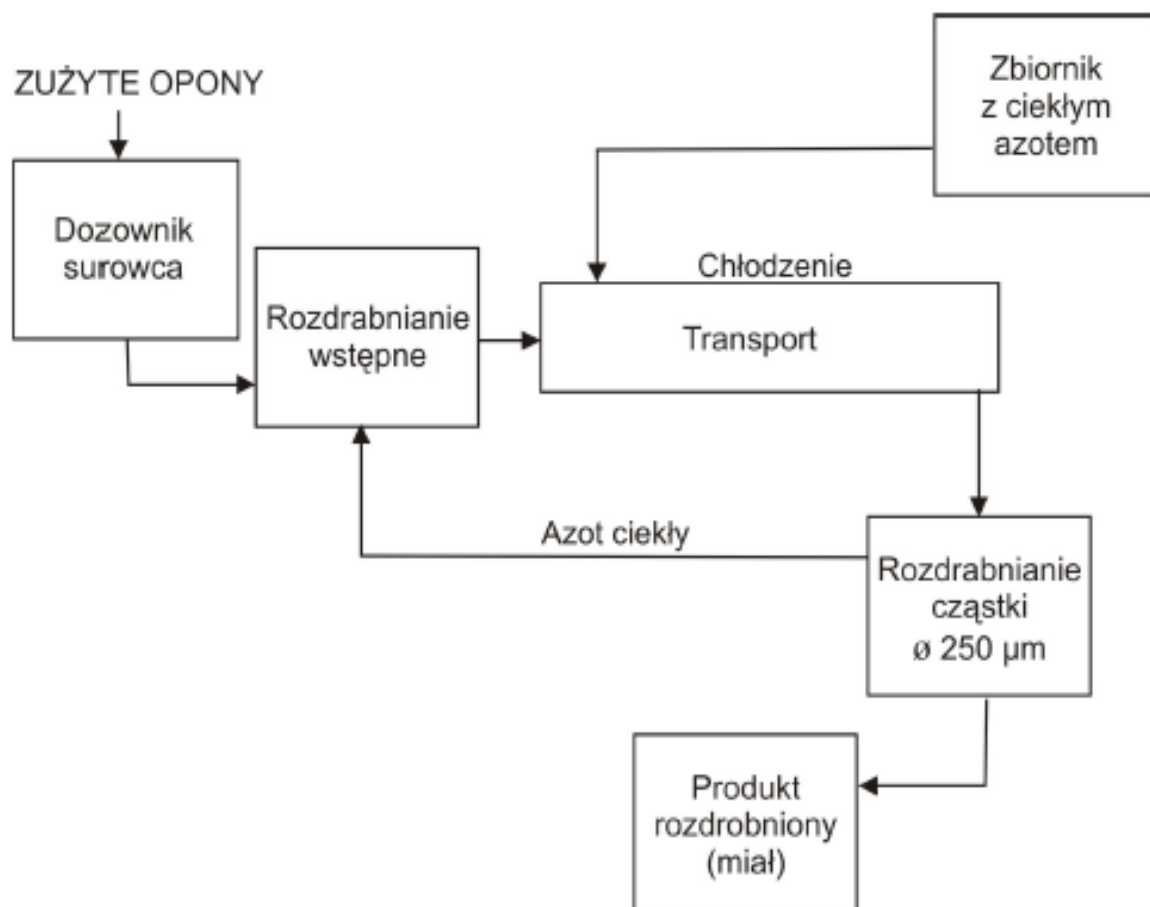


Rys. 5.1. Schemat linii do rozdrabniania w temperaturze otoczenia

5.3. Rozdrabnianie opon metodą kriogeniczną

Po wstępnym pocięciu opon, uzyskaną frakcję chłodzi się w atmosferze ciekłego azotu poniżej temperatury kruchości (poniżej 80°C) i poddaje rozdrobnieniu za pomocą młynów młotkowych. Cząstki otrzymanego miału mają regularny kształt, gładką powierzchnię i ostre krawędzie. Miał taki zawiera mniej zanieczyszczeń, ale więcej wilgoci (12÷15%). Średnia wielkość cząstek wynosi 250 μm . Koszty procesu w metodzie kriogenicznej są wyższe od rozdrabniania w temperaturze otoczenia. Wyższy jest zarówno koszt urządzeń, jak i ich eksploatacja. Uwzględnić należy także

cenę azotu i jego dostępność. Schemat linii do rozdrabniania kriogenicznego przedstawia rys. 5.2.



Rys. 5.2. Schemat linii do rozdrabniania kriogenicznego[5]

5.4. Rozdrabnianie opon metodą Berstorffa

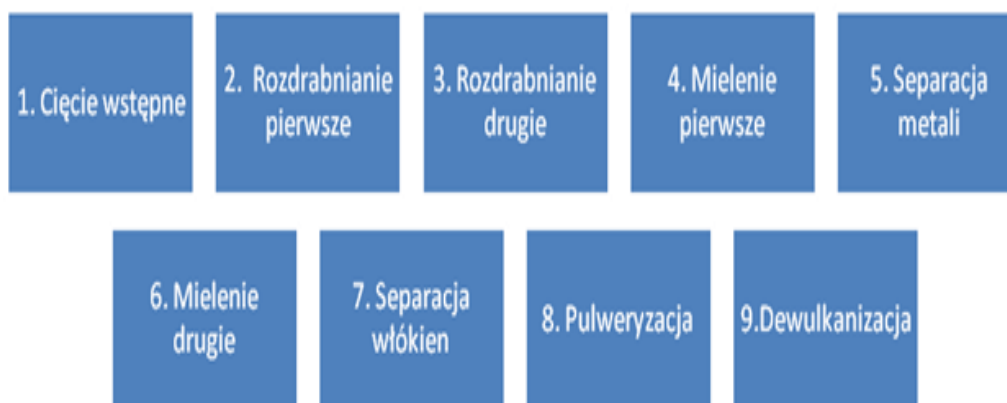
Metoda jest udoskonaleniem procesu rozdrabniania mechanicznego, polegająca na wprowadzeniu dodatkowego rozcierania wstępnie rozdrobnionej gumy na walcach o walcach ryflowanych i w wylączarce dwuślimakowej. Linia składa się z trzech niezależnych podzespołów i dzieli się na etapy:

- cięcie opony na kawałki w młynie nożowym i usunięcie drutu,
- rozcieranie za pomocą walców ryflowanych oraz oddzielenie kordu stalowego i tekstylnego,
- rozcieranie na wylączarce dwuślimakowej wraz z intensywnym chłodzeniem.

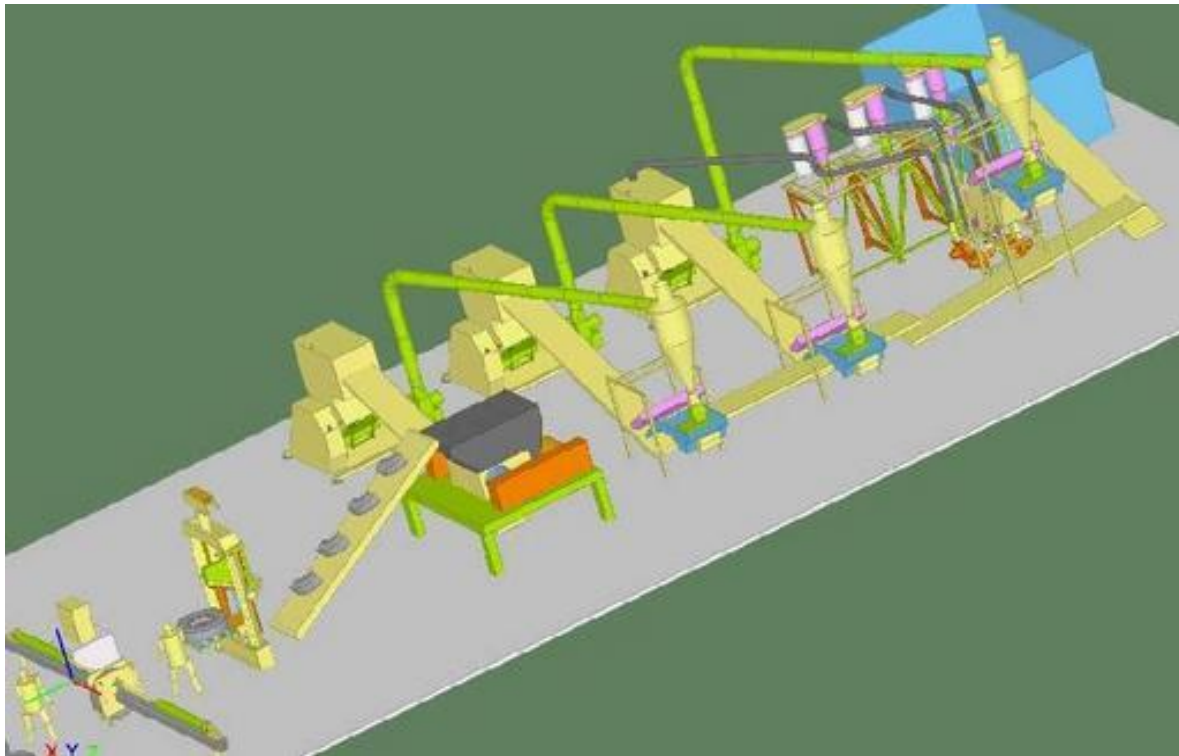
Otrzymywany miał charakteryzuje się małą wielkością cząstek (100÷600 µm) i dobrze rozwiniętą powierzchnią.

6. Kompletna linia do recyklingu opon i dewulkanizacji gumy

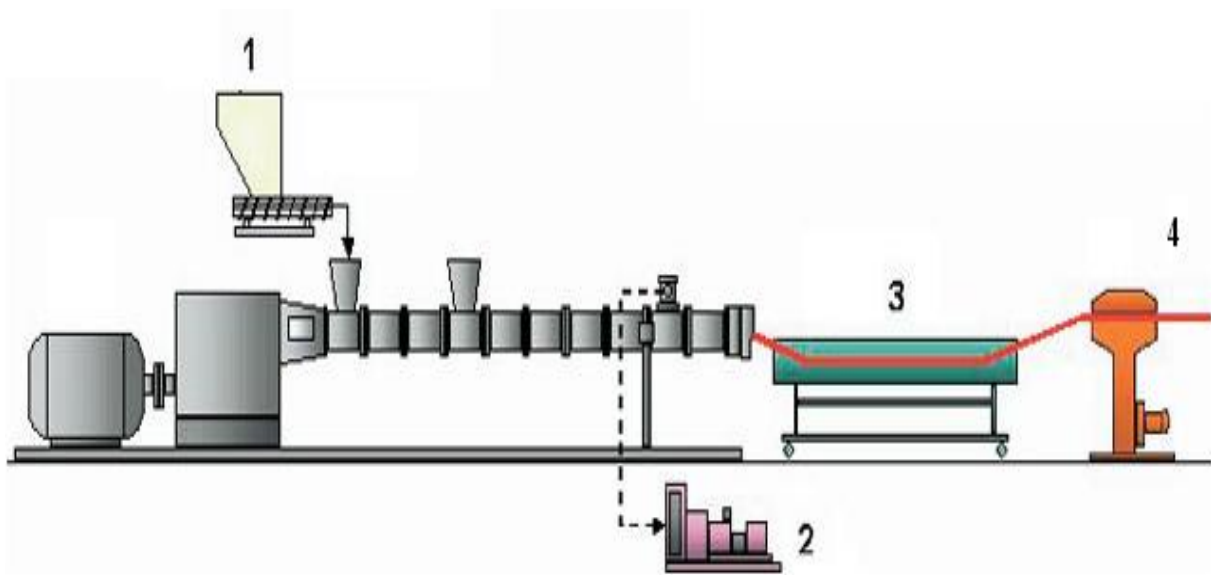
Niniejszy opis linii do recyklingu i dewulkanizacji gumy zawiera opis urządzeń wchodzących w skład kompletnego parku maszynowego zakładu, którego celem jest przetwarzanie zużytych opon samochodowych lub ciężarowych do postaci dewulkanizatu gumowego. Poniżej na rysunkach 6.1, 6.2. i 6.3. zobrazowano przykładową linię technologiczną do recyklingu opon i dewulkanizacji gumy.



Rys. 6.1. Linia do recyklingu opon i dewulkanizacji gumy



Rys. 6.2. Przykładowa linia technologiczna do recyklingu opon i dewulkanizacji gumy



Rys. 6.3. Przykładowa linia technologiczna do dewulkanizacji gumy: 1. Dozownik przemiału gumowego, 2. Pompa próżniowa, 3. Wanna chłodząca taśmę gumową, 4. Osuszacz

Metoda dewulkanizacji jest procesem ciągłym i wyłącznie termomechanicznym, który nie wymaga zastosowania żadnych dodatkowych środków chemicznych. Metoda

polega na wywieraniu naprężeń mechanicznych wewnątrz gumy, co przy współudziale temperatury pozwala na selektywne przerywanie wiązań siarkowych i siarkowo węglowych w gumie i prowadzi do przywrócenia materiałowi właściwości plastomeru.

Dzięki precyzyjnemu doborowi parametrów procesu oraz specjalnie zaprojektowanej do dewulkanizacji geometrii ślimaków wytłaczarki możliwe jest precyzyjne regulowanie wielkości energii przekazywanej w procesie do materiału tak, aby doprowadzić do przerywania wiązań powstałych w procesie wulkanizacji i jednocześnie nie spowodować degradacji wiązań węglowych, podstawowych dla struktury gumy.

W ten sposób można otrzymać materiał plastyczny posiadający właściwości zbliżone do kauczuku, który może być ponownie zawrócony do procesu produkcyjnego, jako surowiec do mieszanki gumowej. Materiał ten może zostać zastosowany, jako pełnowartościowy surowiec wtórny lub też, jako domieszka dla bardziej wymagających aplikacji. W ten sposób znacząco obniża się koszty zagospodarowania odpadów oraz koszty nowych surowców. Na rysunku 6.4. przedstawiono produkt otrzymany z procesu dewulkanizacji gumy.



Rys. 6.4. Taśmy z gumy zdewulkanizowanej

1. Cięcie wstępne

Proces cięcia wstępnego ma na celu rozdrobnienie opon, których wymiary przekraczają $\varnothing$ 1200/1300 mm. Za pomocą podnośnika dźwigowego opony są kładzione na gilotynie hydraulicznej. Cięcie opony nadzoruje operator wykonujący 6 – 10 cięć na jedną oponę. Pocięte kawałki są ładowane do rozdrabniarki.

2. Rozdrabniarka dwuwałowa wstępnego rozdrabniania

Rozdrobnione wstępnie duże opony lub małe opony podawane w całości dostają się pomiędzy obracające się przeciwbieżnie rotory rozdrabniarki. Dzięki hakowej konstrukcji ostrzy opony są wciągane pomiędzy obracające się rotory i cięte na mniejsze kawałki. Efektem pracy rozdrabniarki wstępnej są kawałki o wielkości średniej 100 mm. Rozrzut wielkości nie przekracza 50 - 200 mm. Surowiec jest dalej transportowany taśmociągiem do drugiej rozdrabniarki.

3. Rozdrabniarka jednowałowa

Rozdrabniarka ma konstrukcję jednowałową i wyposażona jest w rotor z ostrzami kwadratowymi. Materiał z pierwszej rozdrabniarki jest podawany do leja zasypowego. Cięcie materiału następuje w komorze rotora ograniczonej sitem o otworach odpowiedniej wielkości. Kawałki mniejsze od średnicy otworu przechodzą przez sito, kawałki większe pozostają nadal w komorze i są dalej rozdrabniane wpadając pomiędzy ostrza rotora i przeciw-ostrza. Efektem pracy rozdrabniarki są kawałki o wielkości od 20 do 40 mm. Surowiec jest dalej transportowany taśmociągiem do młyna drobnego.

4. Mielenie wstępne

Mielenie jest podzielone na dwa etapy – w pierwszej fazie mielenia wstępnego osiągnięte jest rozdrobnienie materiału do wielkości około 10 mm.

5. Separacja metali

Metale magnetyczne są odseparowywane od granulatu gumowego za pomocą serii magnesów ustawionych kaskadowo.

6. Mielenie drugie

Drugi etap mielenia odbywa się za pomocą dwóch młynków a efektem jest granulaty o uziarnieniu na poziomie 5 mm. Dzięki dużemu rozdrobnieniu następuje oddzielanie się włókien tkanin wzmacniających od gumy. W kolejnym etapie granulaty może być poddany separacji włókien.

7. Separator włókien

Separacja włókien odbywa się za pomocą sita bębnowego. W maszynie tej włókna tworzą aglomeraty i mogą być oddzielone metodą sortowania rozmiaru. Odseparowana guma jest dalej poddawana obróbce przez separator, gdzie za pomocą przewietrzania sprężonym powietrzem pozostałości włókien są oddzielane od granulatu gumowego.

8. Pulweryzacja

Granulat wolny od włókien jest transportowany do pulweryzatorów gdzie otrzymuje się wielkość ziarna na poziomie 1 mm. Każdy z pulweryzatorów jest wyposażony w sito wibracyjne. Gotowy granulat jest transportowany do silosów homogenizujących gdzie następuje mieszanie większej ilości materiału i ujednoludnianie rozkładu wielkości ziarna. Jeżeli materiał ma być wykorzystywany jako wypełniacz gumowy nie prowadzi się procesu dewulkanizacji i granulat z silosów jest transportowany do urządzenia pakującego.

9. Dewulkanizacja

Jeżeli materiał ma być wykorzystany jako surowiec o własnościach zbliżonych do kauczuku i ponownie wprowadzony do procesu produkcyjnego to sproszkowany i ujednoludniony materiał jest poddawany dewulkanizacji. Proces dewulkanizacji prowadzony jest na wylączarce dwuślimakowej współbieżnej. Materiałem wsadowym jest wyłącznie zmielona, oczyszczona guma. Do przeprowadzenia dewulkanizacji nie są dodawane żadne środki chemiczne. Proces jest termo-mechaniczny, co oznacza, że uplastycznianie gumy jest wynikiem działania tylko naprężeń mechanicznych i temperatury. Efektem procesu jest wytłoczona taśma lub granulat, które stanowią surowiec do produkcji nowych elementów gumowych. Zagrożenia środowiska związane z recyklingiem opon

Zużyte opony są jednym z tych rodzajów odpadów, który w największym stopniu obciąża środowisko naturalne. W branży oponiarskiej mówi się, że opona została stworzona po to, aby trwać. Oznacza to, że te cechy opony, które określają jej walory użytkowe, czyli odporność na uszkodzenia mechaniczne oraz na działanie warunków panujących na drogach (woda, temperatura), są jednocześnie odpowiedzialne za trudności związane z jej zagospodarowaniem po zakończeniu użytkowania.

Potencjalne zagrożenia mogą wystąpić podczas składowania. Istnieje wówczas niebezpieczeństwo samozapłonu składowiska. Gaszenie tego typu pożarów jest bardzo trudne, a czasami wręcz niemożliwe. Gdyby do takiego pożaru doszło to konsekwencje tego zdarzenia byłyby ogromne, gdyż skutkiem pożaru mogłoby być ogromne zanieczyszczenie powietrza toksycznym dymem, całkowita degradacja gleby, skażenie wód gruntowych, zniszczenie flory i fauny. Spalanie zużytych opon na otwartej przestrzeni nie jest więc obojętne dla środowiska i nie powinno być akceptowanym sposobem postępowania.

7. Podsumowanie

Wraz z rosnącymi wymaganiami użytkownika, dotyczącymi opon nasila się liczba składowanych zużytych opon. Każdy kierowca powinien być świadomy, że opony powinny spełniać następujące cechy: odporność na uszkodzenia mechaniczne, długi okres eksploatacji oraz zachowanie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa jazdy bez względu na warunki atmosferyczne panujące na drodze. W momencie, gdy nie spełniają one powyższych właściwości muszą zostać wymienione, dlatego są powodem znacznych trudności związanych z zagospodarowaniem ich po zakończeniu okresu ich użytkowania. Wytrzymałość opony wynikająca z zastosowania współczesnych technologii oraz wielowarstwowej i wieloskładnikowej konstrukcji czyni ten rodzaj odpadu szczególnie trudnym do zagospodarowania. Częsty widok opony beztrosko porzuconej w lesie czy przydrożnym rowie raz i przez wiele lat, gdyż opona nie ulega rozkładowi biologicznemu. Jest to niewątpliwie zagrożenie dla środowiska. Zaawansowane technologie i złożona konstrukcja opony stoją na przeszkodzie w znalezieniu łatwej i taniej metody usunięcia jej jako odpadu bez nadmiernego obciążania środowiska naturalnego.

Metoda recyklingu materiałowego polega na ponownym przetwarzaniu odpadów w produkt o wartości użytkowej. W najprostszym wydaniu metoda występuje w systemie kaskadowym gdzie wielokrotnie recyklowane materiały są stosowane w kolejnych produktach o innym przeznaczeniu i o coraz mniejszych wymaganiach technologicznych i jakościowych. Po wielokrotnym przetworzeniu wartość użytkowa materiału przetwarzanego jest już tak niska, że kwalifikuje się on tylko do recyklingu surowcowego lub energetycznego.

Używanie w produkcji surowców wtórnych to wielka korzyść dla środowiska – oszczędzamy surowce naturalne, nie dewastujemy przyrody, aby te surowce wydobywać, wreszcie oszczędzamy na kosztach samej produkcji

8. Bibliografia

1. Gronowicz J., Kubiak T.: Recykling zużytych opon samochodowych. Problemy eksploatacji, 2007, nr 2, s. 5-18
2. Oprędkiewicz J., Stolarski B.: Technologia i systemy recyklingu w Polsce. WNT, Warszawa 2003.

3. Osiński J., Żach P.: Wybrane zagadnienia recyklingu samochodów. WKiŁ, Warszawa 2006.
4. Parasiewicz W., Pyskło L., Magryta J., Recykling zużytych opon samochodowych. Instytut Przemysłu Gumowego „STOMIL”, Piastów 2005.
5. Parasiewicz W., Pyskło L.: Guma w samochodach – odzysk i recykling. Recykling 11/2005, ABRYŚ, Poznań 2005.
6. Ustawa czyszcząca z dnia 7 lutego 2003 r. (Dz. U. 2003, Nr 7, poz. 78) wprowadzająca również od 2004 r. obowiązek recyklingu zużytych opon.
7. Ustawa o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Dz. U. 2001, Nr 62, poz. 628).
8. www.ecoportal.com.pl
9. www.michelin.pl
10. www.truck.pl

2. Projekt recyklingu akumulatorów samochodowych kwasowo-ołowiowych.

Spis treści.....	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
Wprowadzenie.....	21
1. <u>Recykling akumulatorów</u>	22
1.1. <u>Regulacje prawne</u>	22
1.2. <u>Zasady postępowania z akumulatorami</u>	25
2. <u>Akumulatory kwasowo-ołowiowe</u>	26
2.1. <u>Budowa akumulatorów kwasowo-ołowiowych</u>	26
2.2. <u>Składniki odzyskiwane</u>	28
2.3. <u>Zalety</u>	33
2.4. <u>Zastosowanie</u>	33
2.5. <u>Metody zagospodarowania zużytych akumulatorów</u>	33
2.6. <u>Przyszłość polityki recyklingu akumulatorów</u>	35
3. <u>Technologia procesu recyklingu firmy „Biały Orzeł” S.A.</u>	36
3.1. <u>Opis firmy</u>	36
3.2. <u>Opis procesu technologicznego</u>	37
4. <u>Opis technologii recyklingu akumulatorów w firmie BATERPOL S.A.</u>	42
4.1. <u>Opis firmy</u>	42
4.2. <u>Opis procesu technologicznego</u>	43
Literatura:	48

Wprowadzenie

Według Ustawy o odpadach pod pojęciem recyklingu "rozumie się taki odzysk, który polega na powtórным przetwarzaniu substancji lub materiałów zawartych w odpadach w procesie produkcyjnym w celu uzyskania substancji lub materiału o przeznaczeniu pierwotnym lub o innym przeznaczeniu, w tym też recykling organiczny, z wyjątkiem odzysku energii. [8]

Recykling jest jedną z kompleksowych metod ochrony środowiska naturalnego. Jej zadaniem jest ograniczenie zużycia surowców naturalnych oraz zmniejszenie ilości odpadów.

Recykling jest systemem wielokrotnego wykorzystywania tych samych materiałów, w kolejnych dobrach materialnych i użytkowych. Chronione są w ten sposób nieodnawialne lub trudno odnawialne źródła surowców, a jednocześnie ograniczana jest produkcja odpadów, które musiałyby być gdzieś składowane lub utylizowane. Pośrednio środowisko naturalne jest chronione również poprzez zmniejszenie zużycia surowców energetycznych, które musiałyby być użyte w procesach pozyskania surowców z natury i późniejszego zagospodarowania ich odpadów. [9]

Pierwszy rozdział pracy przybliży problem związany z recyklingiem akumulatorów. Odniesiono się w nim do regulacji prawnych, które dotyczą postępowania z bateriami i akumulatorami na terytorium Polski. W tym celu został sporządzony zarys regulacji prawnych. Określono podejście do akumulatorów przeznaczonych do odzysku oraz ich transportu. Opisano również zasady postępowania z akumulatorami, oparte na obowiązującym prawie. Rozdział drugi odnosi się do określonego rodzaju akumulatorów, mianowicie: kwasowo-ołowiowych. Przedstawiono budowę oraz zasady działania tych akumulatorów, jak i opisano szczegółowo składniki odzyskiwane w procesie recyklingu. Rozdziały trzeci i czwarty zostały poświęcone opisowi procesów technologicznych recyklingu akumulatorów kwasowo-ołowiowych, dwóch firm monopolistycznych na rynku recyklingu. Jest to Spółka „Orzeł Biały” S.A. z siedzibą w Tychach oraz Spółka „Baterpol” S.A. z siedzibą w Katowicach. Obie firmy bazują na najnowocześniejszych rozwiązaniach recyklingowych wykorzystując do tego maszyny i urządzenia przystosowane do specyfikacji recyklingowej akumulatorów samochodowych.

1. Recykling akumulatorów

Zużyte akumulatory są zaliczane do odpadów szczególnie szkodliwych dla środowiska w szczególności dla organizmów żywych. Stąd istotny nacisk ze strony władz oraz instytucji zajmujących się ochroną środowiska na zasady obchodzenia się z akumulatorami, zarówno tymi które są wprowadzane do obrotu jak i wyeksploatowanymi. [1] Na terenie Polski istnieje wiele firm, które w swojej ofercie mają profesjonalne podejście w zakresie odbiorów, segregacji jak i transportu zużytych akumulatorów. Jednak są to firmy pośredniczące przy procesie recyklingu. Zajmują się one procentowo niewielkim wkładem w polityce recyklingu akumulatorów. Zajmują się one najczęściej dostarczaniem odpadów do centrów technologicznych produkcji recyklingowej. [3] Recyklingiem akumulatorów w Polsce zajmują się wiodące trzy firmy: Orzeł Biały, Baterpol, ZAP Sznajder Batterien

1.1. Regulacje prawne

Problem recyklingu wyeksploatowanych akumulatorów samochodowych zaczęto prawnie regulować już w 1952r. Dokładny zarys historyczny regulacji prawnych został przedstawiony na Rys. 1.



Rys.1.1 Zarys regulacji prawnych dla akumulatorów i baterii [Źródło: opracowanie własne].

Aktualnie obowiązuje „Prawo o ruchu drogowym” z 1997r wraz z przepisami wykonawczymi regulującymi transport materiałów niebezpiecznych. Wyeksploatowane akumulatory wraz z elektrolitem muszą być traktowane jako odpady niebezpieczne. Stąd obowiązek transportowania ich jak odpady niebezpieczne. Transport akumulatorów powinien odbywać się zgodnie z przepisami. Samochód transportujący akumulatory powinien być oznakowany z przodu i tyłu tablicami ostrzegawczymi o barwie pomarańczowej. Jakikolwiek odstępianie od przepisów grozi niebezpieczeństwem skażenia środowiska. Do odpowiedzialnego i ostrożnego zachowania przy transporcie akumulatorów zobowiązani są również kierowcy innych pojazdów, mijający transporter.[1], [8]



*Rys.1.2 Pojemniki do bezpiecznego gromadzenia i transportu złomu akumulatorów
[Źródło: www.baterpol.pl]*



*Rys.1.3 Specjalistyczne samochody i kontenery do transportu niebezpiecznych
materiałów [Źródło: www.baterpol.pl]*

Prawne postępowanie w przypadku baterii i akumulatorów zawarte są w Ustawie z 2009 roku (Dz. U. z 2009 r. Nr 79, poz. 666). Określa ona wymagania i zasady dotyczące wprowadzonych do obrotu baterii i akumulatorów. Ustawa zawiera również zasady zbierania, przetwarzania, recyklingu i unieszkodliwiania zużytych już baterii i akumulatorów [1]. Odpowiedzialność podmiotów gospodarujących bateriami i akumulatorami, względem których ustawa przewiduje odrębny zakres obowiązków wyróżnia się:

- ❖ wprowadzających do obrotu lub dystrybuujących baterie lub akumulatory - **obowiązki wprowadzającego baterie lub akumulatory**;
- ❖ użytkujących baterie lub akumulatory - **obowiązki użytkujących baterie lub akumulatory**;
- ❖ zbierających zużyte baterie lub akumulatory - **obowiązki prowadzących zbiórkę zużytych baterii lub akumulatorów**;
- ❖ przetwarzających, dokonujących recyklingu lub unieszkodliwiania zużytych baterii lub zużytych akumulatorów - **obowiązki prowadzącego zakład przetwarzania zużytych baterii lub akumulatorów**. [12]

1.2. Zasady postępowania z akumulatorami

Zasady postępowania z akumulatorami, oparte na obowiązującym prawie mówią, że wszelkie zbiórki zużytych akumulatorów powinny odbywać się w miejscach łatwo dostępnych wszystkim ludziom. Należy przeznaczyć na akumulatory wydzielony pojemnik. Nie można ich łączyć z pozostałymi odpadami. Odpady tego typu powinny podlegać selektywnej zbiórce z podziałem:

- zużyte akumulatory samochodowe;
- zużyte akumulatory przemysłowe;

Głównym celem przeprowadzania zbiórek akumulatorów z podziałem na rodzaje jest ułatwienie ich późniejszego przetwarzania za pomocą technologii i instalacji służących do przetwarzaniu i recyklingowi poszczególnych rodzajów akumulatorów. Zebrane akumulatory również powinny zostać magazynowane w wydzielonych, specjalnie do tego celu przeznaczonych miejscach. W pojemnikach nieprzewodzących prądu, odpornych na działanie składników akumulatorów. Powinny to być place o utwardzonym, nieprzepuszczalnym podłożu, osłoniętych przed

działaniem warunków atmosferycznych, uzbrojonych w system kanalizacji z obiegiem zamkniętym.

Dopuszczalny okres magazynowania akumulatorów przeznaczonych do przetwarzania i recyklingu nie może być dłuższy niż okres 1 roku. Czas ten jest liczony łącznie dla wszystkich kolejnych posiadaczy tych odpadów.

Zebrane zużyte akumulatory powinny zostać poddane recyklingowi. Ustawa o bateriach i akumulatorach określa minimalne poziomy wydajności recyklingu jakie muszą zostać osiągnięte względem poszczególnych rodzajów baterii i akumulatorów, poziomy te wynoszą odpowiednio:

w przypadku zużytych baterii kwasowo-ołowiowych i zużytych akumulatorów kwasowo-ołowiowych - 65% ich całkowitej masy;

w przypadku zużytych baterii niklowo-kadmowych i zużytych akumulatorów niklowo-kadmowych - 75% ich całkowitej masy;

w przypadku pozostałych zużytych baterii i zużytych akumulatorów - 50% ich całkowitej masy.

Zakazane jest unieszkodliwianie zużytych baterii i zużytych akumulatorów przez ich składowanie na składowisku odpadów lub termiczne przekształcanie.

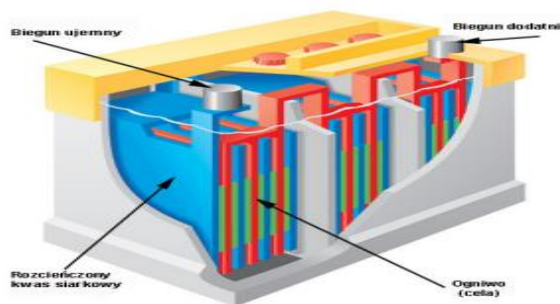
Składowaniu i termicznemu przekształcaniu można poddać niektóre odpady powstałe po przetworzeniu zużytych baterii i zużytych akumulatorów, nienadające się do recyklingu. O tym czy kwalifikują się one do jednej ww. form unieszkodliwiania decydują ich właściwości. [12]

2. Akumulatory kwasowo-ołowiowe

2.1. Budowa akumulatorów kwasowo-ołowiowych

Konstrukcja i zastosowanie akumulatorów kwasowo-ołowiowe znane są od 150 lat. Akumulator kwasowo-ołowiowy to rodzaj akumulatora energii elektrycznej z elektrodami wykonanymi z ołowiu i tlenku ołowiu oraz elektrolitu. Dodatnia elektroda jest wykonana z dwutlenku ołowiu (PbO_2), natomiast elektrodę ujemną tworzą płyty ołowiane. Między płytami elektrod znajduje się separator, który może być wykonany z włókna szklanego, struktury szklanej lub PCW. Elektrolit to roztwór kwasu siarkowego z wodą. Od pewnego czasu stosuje się go w postaci żelu, co zapobiega szybkiemu odgazowaniu. Obudową akumulatora jest szczelnie zamknięta skrzynka, która chroni go przed szybkim "wyschnięciem" i przedłuża jego żywotność. Ponadto upraszcza to

konserwację i zapobiega wyciekom elektrolitu w razie nieprawidłowego obchodzenia się z akumulatorem. Stosuje się też zabezpieczenie w postaci zaworu, który w przypadku nadmiernego wzrostu ciśnienia w akumulatorze uwalnia nadmiar gazu. [11]



Rys.2.1 Budowa akumulatora [Źródło: http://www.zeglujmyrazem.com/wp-content/uploads/2100/Artykuly/Akumulatory/Akumulatory_9.pdf]

Na zdjęciach poniżej zostały przedstawione przykładowe akumulatory samochodowe typu: kwasowo-ołowiowe. Akumulatory te budową są bardzo podobne, różnica może być w kształcie i rodzaju obudowy akumulatora.



Rys.2.2 Akumulatory kwasowo-ołowiowe

[Źródło: <https://www.google.pl/search?q=akumulatory>]

2.2. Składniki odzyskiwane

Odzysk odpadów polimerowych pochodzących ze zużytych akumulatorów jest jednym z priorytetowych zadań przedsiębiorstw zajmujących się tego typu odpadami. Jest to ważne ze względów ekonomii, technologii przetwarzania i materiałowych oraz ochrony środowiska, ponieważ problemy przetwórstwa regranulatów, pomimo wielu zrealizowanych prac badawczych, nie są jeszcze poznane w wystarczającym stopniu, ze szczególnym uwzględnieniem podatności tych tworzyw na powtórne wykorzystanie [3].

Z recyklingu akumulatorów kwasowo-ołowiowych produktami uzyskanymi w procesie recyklingu są:

- Składniki ołowiowe - ołów rafinowany, stopy ołowiu, wyroby walcowane i wyciskane z ołowiu i stopów ołowiu
- Pasta elektrodowa – drobne cząstki tlenku ołowiawego i siarczanu ołowiawego
- Polipropylen – wykorzystywany przez producentów wyrobów z tworzyw sztucznych
- Ebonit
- Kwas siarkowy
- Krystaliczny siarczan sodu – stosowany w przemyśle chemicznym, głównie do produkcji detergentów, szklarskim, papierniczym i tekstylnym. [9]

Tab.1. Skład przeciętnego złomu w akumulatorach kwasowo-ołowiowych

SKŁADNIK WAGOWE	[%]
Składniki ołowiowe (stop)(siatka, bieguny) - 30	25
Pasta elektrodowa (drobne cząstki tlenku ołowiawego i siarczanu ołowiawego) 35 - 45	
Kwas siarkowy (10-20% H ₂ SO ₄) 10 – 15	
Polipropylen 4 – 8	

Inne tworzywa sztuczne
2 - 7
Ebonit
1 – 3

Poniżej zostały omówione najważniejsze produkty uzyskiwane z procesu recyklingu:

Polipropylen

Polipropylen otrzymany z obudów akumulatorów kwasowo-ołowiowych może przyjmować postać przemiału o frakcji około 15mm (pPP) i jego regranulatu (rPP). Odpady z obudów akumulatorowych wstępnie przygotowywane są przez linie krusząco-czyszcząco-myjące, a następnie przetwarzane są w wyciarkach jednoślismakowych, które zapewniają przetwórstwo w temperaturach około 210-230°, a ponadto wyposażone są w poziome głowice granulujące.

Materiał pozyskiwany mający strukturę niejednorodną po zastosowaniu odpowiedniego procesu regranulacji prowadzi do uzyskania tworzywa wtórnego o właściwościach mechanicznych i użytkowych pozwalających na zastosowanie go w szerokim zakresie. Otrzymane elementy z polipropylenu pochodzące z obudów akumulatorowych wykorzystywane są głównie przez przemysł i rzemiosło, m.in. jako wypełniacz do betonów, jako wypełniacz do innych tworzyw sztucznych lub jako dodatek przy produkcji koksu. Może być wykorzystywany również przy produkcji części samochodowych, łopat do odśnieżania czy wiader. W porównaniu z polimerem pierwotnym, otrzymany regranulat i przemiał polipropylenowy wykazują nieznaczne obniżenie naprężenia na granicy plastyczności. Charakteryzują się również istotnym wzrostem twardości. Z punktu widzenia technologii przetwarzania jednak otrzymany w procesie recyklingu akumulatorów materiał polimerowy wykazuje gorsze właściwości niż pierwotny polipropylen, czego przyczyną mogą być możliwe występujące zanieczyszczenia, lub pęcherze powietrza, co może się przyczyniać do kruchych pęknięć.

Poniżej przedstawiono właściwości regranulatu polipropylenu, jakie udało nam się otrzymać z firmy zajmującej się recyklingiem akumulatorów kwasowo-ołowiowych - Ekobat „Orzeł Biały”. [2]



EKOBAT „ORZEŁ BIAŁY” Sp. z o.o.

Bytom, dnia 06. 07. 2011.

Regranulat PP z akumulatora.:

- gęstość: 0,93 g/cm³
- MFI: 5 – 8 g/10 min (230 °C/2,16 kg)
- wilgotność: pon. 0,1 % wag (wagosuszarka)
- granica plastyczności przy rozciąganiu ~22 MPa
- wydłużenie przy zerwaniu: 70 – 150 %
- moduł sprężystości: ~750 MPa
- twardość Shorea D ~60 °ShD
- udarność z karbem Charpy ~14 kJ/m²
- barwa: czarna
- granule: 0-8 mm

Marek Janicki
Technolog

EKOBAT „ORZEŁ BIAŁY” Sp. z o.o.
41-900 Bytom, ul. Sosnowicka 92, tel./fax: 32 282-07-73 tel./fax: 32 282-07-48
NIP 636-26-91-310 REGON 147900105
Fortis Bank Polska S.A. o/s Katowice PL50 1600 1055 0002 5212 1699 3001
Spółka zarejestrowana w Krajowym Sądzie Rejestrowym w Katowicach pod numerem 0000140502
Kapitał zakładowy 50 000,00 PLN

Dla porównania w tabeli zestawiono właściwości regranulatu polipropylenu oraz właściwości czystego polipropylenu [5].

Tab.2. Charakterystyka polipropylenu

Właściwość	Polipropylen	Regranulat polipropylenu
Gęstość	0,90-0,91 g/cm ³	0,93 g/cm ³
MFI	190°C/5kg: 0,6g/10min	230°C/2,16kg: 5- 8g/10min
Granica plastyczności przy rozciąganiu	20-38MPa	~22MPa
Wydłużenie przy zerwaniu	400-700%	70-150%
Moduł sprężystości	1500-2500MPa	~750MPa
Twardość Shore’a metodą D	~70° ShD	~60° ShD
Udarność z karbem Charpy	7-11kJ/m ²	~14kJ/m ²

Barwa	Biała	Czarna
Postać	Granulat, wypraski, tabletki, wytłoczki	Granule 0-8mm

Jak powszechnie wiadomo zużyte akumulatory są zaliczane do odpadów szczególnie szkodliwych dla środowiska i w szczególności, dla organizmów żywych. Powodem jest występowanie substancjami szkodliwymi dla środowiska, pochodzącymi ze zużytych akumulatorów. Należą do nich:

Ołów i jego związki

Ołów jest niebezpieczny dla ludzi i zwierząt. Jony ołowiu, łącząc się z enzymami, zaburzają pracę centralnego i ośrodkowego systemu nerwowego, układu krwiotwórczego oraz nerek i wątroby. Ołów jest mutageny i może powodować raka, ponadto ma możliwość przechodzenia przez łożyskowo, przez co jest stanowi ogromne zagrożenie dla płodu. Ocenia się, że (60-70)% światowej produkcji ołowiu jest wykorzystywane do produkcji akumulatorów, co uzasadnia ekonomiczny aspekt recyklingu akumulatorów.

Niektóre kraje szczytą się nawet 100% wskaźnikiem recyklingu, a w większości pozostałych taki wskaźnik jest faktycznie możliwy do osiągnięcia.

Około 90% ołowiu używa się w produkcji przedmiotów poddawanych recyklingowi, z czego niemal całość poddaje się wtórnemu przetwarzaniu, co chroni wartościowe zapasy rudy ołowiu.

Ołów posiada jeden z najwyższych wskaźników recyklingu spośród wszystkich materiałów, będących w powszechnym użyciu. Recykling zużytych produktów wykonanych z ołowiu wymaga tylko jednej trzeciej wartości energii wykorzystywanej do wydobycia ołowiu z rudy, czego rezultatem jest duża oszczędność energii i niższa emisja węgla. Ponad to ołowiu w zużytych bateriach i akumulatorach kwasowo-ołowiowych oraz powinien być prowadzony w najwyższym, technicznie możliwym do osiągnięcia stopniu.

Kwas siarkowy

Jednym z głównych składników budowy akumulatora jest substancja przewodząca prąd elektryczny -elektrolit, najczęściej w postaci rozcieńczonego

czystego kwasu siarkowego. Stężony kwas siarkowy niszczy wiele substancji organicznych, zwłaszcza organiczne tkaniny i tekstylia. W wypadku bezpośredniego kontaktu z kwasem siarkowym u ludzi mogą wystąpić poparzenia skóry, zapalenia spojówki, a wdychanie jego oparów prowadzi do silnego podrażnienia dróg oddechowych, obrzęku płuc oraz wymiotów.

Zanieczyszczony kwas siarkowy: może być poddawany odzyskowi lub unieszkodliwiany. Unieszkodliwianie może być prowadzone przez neutralizację kwasu zawiesiną mleczka wapiennego (najczęściej stosowana jest zawiesina ok. 10%) stosowaną w nadmiarze lub innymi związkami wapnia w stanie stałym lub zawieszynie (wapno palone, hydratyzowane, węglan wapnia).

Informacje na temat podstawowych właściwości fizycznych i chemicznych elektrolitu:

Wygląd: Oleista ciecz,

Zapach: Ostry, duszący,

pH : Silnie kwaśny,

Temperatura topnienia/krzepnięcia: -36.78°C (65%); -32 do -29.44°C (93%); -13.89 do -10°C (96%),

Początkowa temperatura wrzenia i zakres temperatur wrzenia: 163°C (70%); 330°C (96%),

Temperatura zapłonu: Nie dotyczy,

Szybkość parowania: Nie dotyczy,

Palność (ciała stałego, gazu): Nie dotyczy,

Górna/dolna granica palności lub górna/dolna granica wybuchowości,

Gęstość względna: 1.615 g/cm^3 (70%); 1.824 g/cm^3 (92%); 1.841 g/cm^3 ,

Rozpuszczalność: Rozpuszcza się w wodzie.

Ebonit

Ebonit to tworzywo sztuczne otrzymywane w wyniku wulkanizacji naturalnego lub sztucznego kauczuku; gęstość $1,1\text{--}1,3\text{ g/cm}^3$ w 20°C . Należy do tworzyw kauczukowych z grupy duromerów.

Uszczelniające pasty

Zawierające m.in. związki metali ciężkich; Metale ciężkie pochodzące ze zużytych akumulatorów ulegają rozproszeniu w środowisku i zanieczyszczają gleby,

wody, powietrze i bezpośrednio lub poprzez rośliny dostają się do organizmu zwierząt i człowieka.

Biorąc pod uwagę wysokie nagromadzenie w zużytych akumulatorach substancji szkodliwych dla środowiska, konieczne jest przywiązywanie znacznej wagi do recyklingu akumulatorów. Podstawowym problemem jest gromadzenie i przechowywanie zużytych akumulatorów, a także ich transport do zakładów przetwarzania. Największym niebezpieczeństwem w tym etapie recyklingu jest zagrożenie zanieczyszczenia środowiska (powietrze, gleba, wody powierzchniowe) elektrolitem przez jego wyciek lub parowanie. Zanieczyszczaniu środowiska elektrolitem towarzyszy skażenie związkami ołowiu i metali ciężkich, zawartych w szlamie ołowiowym, znajdującym się w elektrolicie. [3], [9]

2.3. Zalety

Zalety akumulatorów ołowiowo-kwasowych to zdolność dostarczania dużych prądów oraz niskie koszty produkcji, gdyż stosowane są stosunkowo tanie materiały, jak ołów i kwas siarkowy. Również recykling nie stanowi większego problemu. Technologia nie jest obciążona takimi wadami, jak efekt pamięciowy czy efekt leniwego akumulatora. Wadą jest natomiast niska wartość energii właściwej, wynosząca około 30 do 50 Wh/kg (Wh - watogodziny). Możliwości stosowania tych akumulatorów ogranicza ich duża waga oraz spore wymiary.[9] Stosowanie ołowiu jest również problematyczne z punktu widzenia ochrony środowiska.

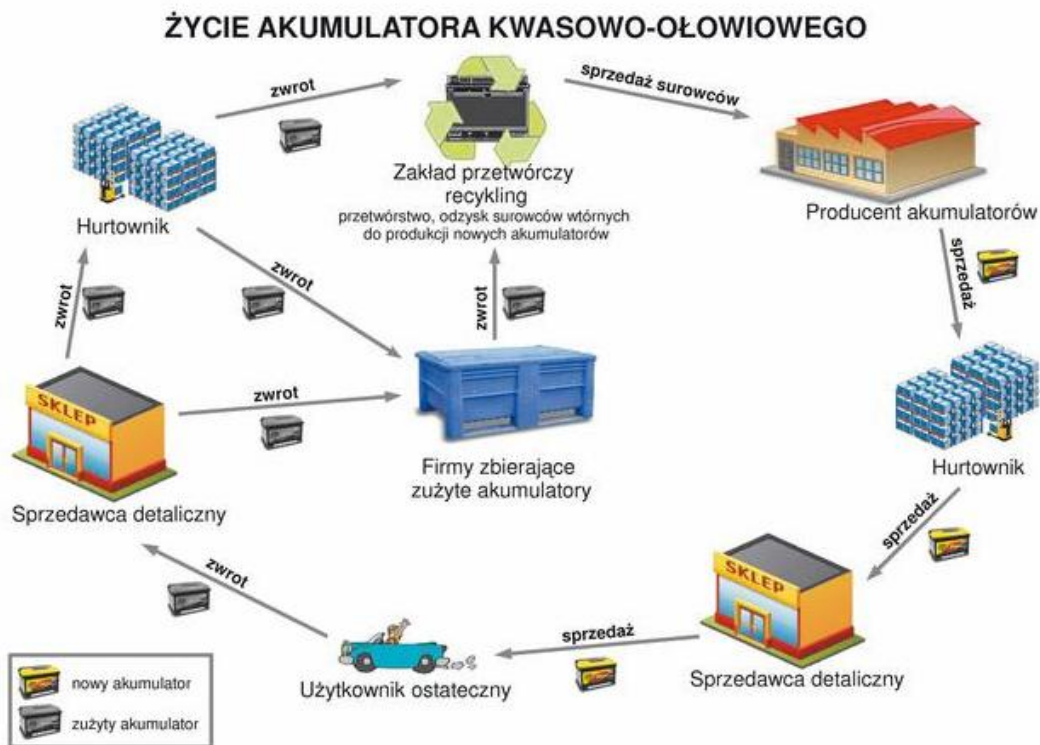
2.4. Zastosowanie

Akumulatory ołowiowo-kwasowe stosowane są głównie w przemyśle samochodowym, a w informatyce - w zasilaczach bezprzerwowych (UPS). W obu tych przypadkach mogą, jak żadne inne, dostarczyć dużych prądów w krótkim czasie. Ich trwałość wynosi obecnie do sześciu lat, pod warunkiem przestrzegania zasad prawidłowej eksploatacji. [11]

2.5. Metody zagospodarowania zużytych akumulatorów

Istnieje wiele metod technologicznych zagospodarowania zużytych akumulatorów. Najprostsza z metod polega na przetopie kompletnych akumulatorów

jedynie po opróżnieniu ich z elektrolitu. Skuteczność tej metody zarówno ekonomiczna, jak i ekologiczna była niewielka. Obecnie stosuje się metody przetwarzania z zastosowaniem segregacji materiałów akumulatorów. Przykładem takiej technologii jest proces opracowany w ZGH „Orzeł Biały”.



Rys.2.3 Zużycie akumulatora kwasowo-ołowiowego

[Źródło: www.e-autonaprawa.pl/artykuly/1279/akumulatory-zawsze-pod-kontrola.html]

W pierwszej fazie procesu akumulatory są kruszone na kawałki o wymiarach mniejszych niż 10 mm i odcinany jest elektrolit. Następnie elektrolit jest oczyszczany ze szlamu i innych zanieczyszczeń, gromadzony i dostarczany zakładom zużywającym kwas siarkowy. Pokruszone kawałki akumulatorów są poddawane segregacji w zawiesinie wody z magnetytem na frakcje metalową i organiczną. Wtórna segregacja frakcji organicznej umożliwia wydzielenie polipropylenu, który jest rozdrabniany na granulaty i używany do ponownego przerobu. Frakcja metalowa, zawierająca głównie ołów, jest poddawana wytopowi w piecach obrotowo-wahadłowych. W wyniku wytopu uzyskuje się surowy ołów i żużel. Proces umożliwia

odzyskanie ołowiu w ilości 95% masy tego surowca, zawartego w zużytych akumulatorach. Dokładny opis tej technologii opisany jest szczegółowo w kolejnych rozdziałach pracy.

Do odzyskiwania metali szlachetnych z ceramicznych lub metalicznych układów nośnych reaktora są stosowane dwa rodzaje technologii.

Pierwsza metoda polega na stopieniu w piecu nośnika z dodatkiem innego metalu nieszlachetnego, który tworzy wraz z metalami szlachetnymi stop. Po wygrzewaniu odseparowanego stopu w atmosferze tlenu nieszlachetny metal utlenia się i pozostają metale szlachetne.

Druga metoda polega na wytrawianiu metali z nośników, a następnie separacji metali dzięki wykorzystaniu różnicy ich właściwości fizycznych i chemicznych.

Skuteczność obydwu metod jest duża, na poziomie 90% w wypadku platyny i palladu oraz 70% - rodu.

Odzyskiwanie metali szlachetnych ma uzasadnienie nie tylko ekonomiczne. Wartość odzyskanych metali szlachetnych z nośnika o objętości 1 dm³ to około 200 DM - ale i ekologiczne: wydobywaniu metali szlachetnych towarzyszą skutki bardzo szkodliwe dla środowiska. Gęstość występowania metali szlachetnych w skorupie ziemskiej jest bardzo mała, więc wydobywanie rud powoduje zajmowanie dużych powierzchni oraz degradację krajobrazu. Proces pozyskiwania metali szlachetnych jest bardzo energochłonny, powstaje przy tym wiele produktów odpadowych, wymagających składowania. [11]

2.6. Przyszłość polityki recyklingu akumulatorów

Recyklingiem akumulatorów kwasowo-ołowiowych w Polsce zajmują się głównie trzy firmy. Rząd pracuje nad zmianami w prawie, które mają dać szansę także mniejszym przedsiębiorcom.

3. Technologia procesu recyklingu firmy „Biały Orzeł” S.A.

3.1. Opis firmy



Logo „Orzeł Biały” S.A.

Firma „Orzeł Biały” jest spółką akcyjną, działającą na rynku metali nieżelaznych. Specjalizując się w recyklingu zużytych akumulatorów ołowiowych i innych materiałów ołowionośnych. Podstawowym źródłem przychodów jest sprzedaż ołowiu rafinowanego oraz stopów ołowiowo-antymonowych i ołowiowo-wapniowych uzyskiwanych w wyniku złożonego procesu produkcyjnego. w przypadku tych ostatnich Orzeł Biały jest ich dominującym producentem na terenie kraju. Doświadczenie Firmy w branży wydobywania, a następnie hutnictwa cynku i ołowiu sięga XIX w.

W 1981 r. Spółka rozpoczęła działalność w obszarze przerobu złomu akumulatorowego, stając się pierwszym na polskim rynku recyklerem zużytych akumulatorów samochodowych. Do 2002 r. w zakładach wytwarzano jedynie ołów surowy. Przełomem stało się uruchomienie rafinerii ołowiu, która umożliwiła stopniowe wprowadzanie do produkcji coraz bardziej przetworzonych stopów ołowiowych. Obecnie Orzeł Biały produkuje kilkanaście zaawansowanych technologicznie stopów. Wysoka rentowność sprzedaży uzyskiwana dzięki produktom wysoko przetworzonym spowodowała, wyeliminowanie ze swojej oferty handlowej ołowiu surowego, będący produktem przetworzonym najslabiej.[13]

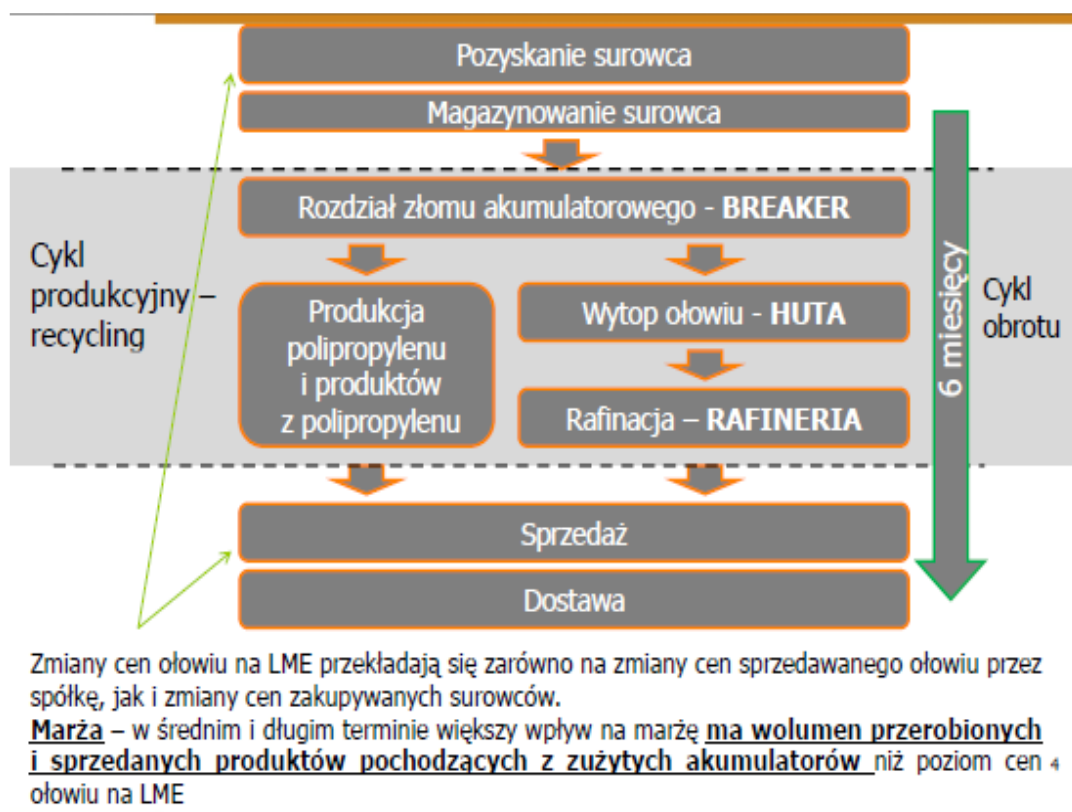
W latach 2004-2005 Spółka przeszła głęboką restrukturyzację finansową. Obecnie jest bardzo dochodowym przedsiębiorstwem o rosnącej dynamice przychodów ze sprzedaży i zysków.

Spółka posiada certyfikat systemu zarządzania jakością ISO 9001:2000 oraz certyfikat systemu zarządzania środowiskowego wg normy ISO 14001:2004. w 2006 r.

Obecnie w firmie jest zatrudnionych 195 pracowników, a cała Grupa Kapitałowa zatrudnia 382 pracowników. [10]

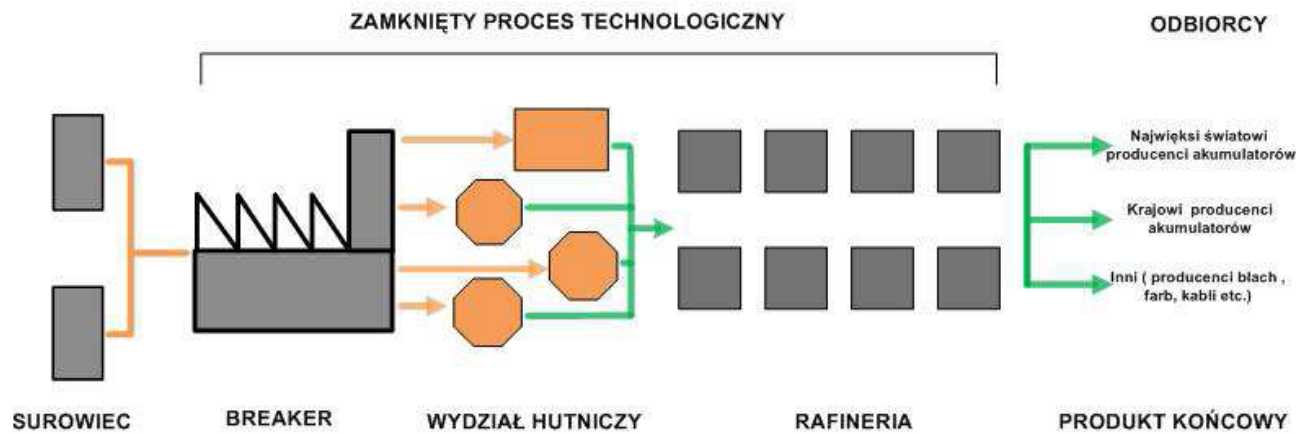
3.2. Opis procesu technologicznego

Działalność produkcyjna jest określana jako zamknięty cykl produkcyjny. Oznacza to, że wszelkie odpady zostają przetworzone i zagospodarowane lub składowane w obszarze działalności Spółki. Całość procesu technologicznego przebiega w kilku etapach: kruszenie złomu akumulatorowego (wydział przerobu złomu akumulatorowego), przetop hutniczy materiałów ołowianych (wydział hutniczy), rafinacja ołowiu surowego (powstanie produktu końcowego; rafineria) oraz składowanie odpadów. [10] Poszczególne etapy zostały przedstawione na rys.3.1



Rys.3.1 Cykl produkcyjny recyklingu akumulatorów kwasowo-ołowiowych w firmie „Orzeł Biały” S.A. [Źródło: Materiały udostępnione przez firmę „Orzeł Biały” S.A.]

SCHEMAT TECHNOLOGICZNY Spółki Orzeł Biały S.A.



Rys.3.2 Schemat technologiczny Spółki Orzeł Biały S.A.

W 2011 roku Spółka rozpoczęła realizację nowego programu inwestycyjnego na lata 2011-2013 na realizację którego Spółka zainwestuje łącznie ok. 63 mln. zł. W ramach programu Emitent realizuje dwa projekty. Jednym z projektów jest budowa Ośrodka Badawczo Rozwojowego (dalej: OBR), modelowania i optymalizacji procesów technologicznych stopów metali nieżelaznych. Pod koniec 2011 roku w linii badawczej zainstalowano piec badawczy oraz kocioł badawczy. Drugi projekt to „Racjonalizacja gospodarki odpadami niebezpiecznymi poprzez zakup instalacji do przerobu złomu akumulatorowego”. [13] Spółka stawia sobie za główny cel realizację tych programów inwestycyjnych, które mają się przyczynić się do optymalizacji kosztów, poprawy wskaźników środowiskowych w wielu obszarach działalności Spółki. A finalnie wpłynie na rozwój kompetencji technologicznych i produktowych – produkcja nowych stopów zgodnie z najnowszymi trendami rozwoju

Pierwszy etap cyklu produkcyjnego obejmuje recykling zużytych akumulatorów ołowiowych i płytek akumulatorowych przeprowadzany na Wydziale Przerobu Złomu Akumulatorowego.

Rozpoczyna się on od uwolnienia z akumulatorów elektrolitu. Proces ten przeprowadzany jest w specjalnie wybudowanej instalacji odzysku, oczyszczania i neutralizacji elektrolitu i obejmuje:

- wydzielenie elektrolitu ze zużytych akumulatorów;

- oczyszczenie wstępne z zanieczyszczeń mechanicznych (stałych) oraz oczyszczanie głębokie z zanieczyszczeń koloidalnych;
- magazynowanie oczyszczonego elektrolitu lub jego neutralizacja do postaci gipsu i składowanie.

Po wydzieleniu z akumulatorów elektrolitu następuje rozdział mechaniczny złomu i jego podział na pastę ołowionośną, frakcję metaliczną, frakcję tworzyw sztucznych i polipropylen łamany w następujących etapach:

- kruszenie złomu akumulatorowego;
- przesiewanie (przesiewacze wibracyjne);
- segregacja w cieczach ciężkich zawiesinowych;
- transport międzyoperacyjny;
- odwadnianie i przemywanie międzyoperacyjne;
- oczyszczanie wód technologicznych.

W wyniku zastosowania mechanicznego przerobu złomu akumulatorowego następuje odzysk wszystkich jego cennych składników złomu. Spółka uzyskuje wysoki stopień rozdziału metalu od tworzyw sztucznych.

Uzyskana w wyniku rozdziału złomu frakcja tworzyw sztucznych poddawana jest powtórnemu kruszeniu i oczyszczaniu, a następnie transportowana na Oddział Produkcji Polipropylenu. Tam przygotowany półprodukt na specjalnych liniach technologicznych poddawany jest uplastycznianiu i granulacji. Otrzymany regranulat stanowi produkt handlowy sprzedawany w kraju i za granicą producentom różnego rodzaju elementów polipropylenowych.

Drugi etap cyklu produkcyjnego przebiega w Wydziale Hutniczym.

Rozpoczyna się on w Oddziale Ołowiu od procesu przetopu w piecach materiałów ołowionośnych uzyskanych w czasie rozdziału złomu – frakcji metalicznej i pasty ołowiowej - uzupełnionych o odpady z produkcji, czyli szlamy i zgary. Reduktorem związków ołowiu jest dodawany do wsadu koksik, natomiast pozostałe dodatki technologiczne stanowią złom żelaza i soda. Produktami przetopu są ołów surowy i żużel, który jest składowany na składowisku odpadów.

Każdy piec współpracuje z wysokosprawnym układem oczyszczania gazów technologicznych. Ponadto piece posiadają układy wentylacyjne, które pozwalają w trakcie operacji wylewu stopu do kadzi oraz studzenia stopu na wychwycenie

i oczyszczenie ulatniających się gazów. Pyły wychwycone w procesie oczyszczania gazów stanowią komponent mieszanki wsadowej i są w całości zawracane do procesu.

Ostatnim etapem cyklu produkcyjnego jest przetwarzanie surowego ołowiu do postaci wysokogatunkowych stopów ołowiu oraz ołowiu rafinowanego, tzw. miękkiego.

Uzyskanie odpowiedniej czystości w przypadku rafinatów oraz korekta składu chemicznego dla stopów wymaga zastosowania zaawansowanych procesów rafinacji. Otwarta w 2002 r. rafineria ołowiu umożliwia produkcję najwyższej klasy stopów i rafinatów. Kontrola temperatury, w jakiej przebiega proces technologiczny (tzw. reżim temperaturowy) ma charakter w pełni automatyczny co gwarantuje wysoką jakość i powtarzalność dla otrzymywanych wyrobów. Proces rafinacji obejmuje następujące operacje:

- gromadzenie ołowiu i ściąganie zanieczyszczeń;
- usuwanie antymonu oraz cyny i arsenu;
- odmiedziowanie; odsrebrzanie; odcynkowanie;
- rafinację końcową;
- odlewanie ołowiu rafinowanego lub korektę składu chemicznego;
- odlewanie stopów.

Wlewki (sztaby) ołowiu o masie ok. 30 – 35 kg opuszczające taśmę maszyny odlewniczej są mechanicznie układane w stosy o masie ok. 1000 – 1100 kg i kierowane do magazynu wyrobów gotowych. [13]

Końcowymi wyrobami procesu utylizacji złomu akumulatorowego i odpadów ołowiowych są następujące grupy ołowiu i jego stopów:

- **ołów surowy;**
- **ołów miękki i stopy niskoprzetworzone;**
- **stopy antymonowe;**
- **stopy wapniowe.**



Rys.3.3 Końcowe elementy wyrobu [Źródło: www.orzel-bialy.com.pl]

Cykl produkcyjny w Spółce przeprowadzany jest zgodnie z obowiązującymi normami jakościowymi i środowiskowymi. W 2004 r. Wojewoda Śląski udzielił Spółce pozwolenia zintegrowanego dla instalacji zlokalizowanych na Wydziale Przerobu Żłomu Akumulatorowego w Bytomiu oraz pozwolenia zintegrowanego dla instalacji zlokalizowanych na Wydziale Hutniczym i Rafineryjnym na terenie Piekarni Śląskich - oba z ważnością do 2014 r. (pozwolenie dla Wydziału Hutniczego jest w trakcie aktualizacji w związku z uruchomieniem nowego pieca BJ). Pozwolenie zintegrowane oznacza, że wszystkie aspekty działania wydziałów Emitenta, których ww. pozwolenia zintegrowane dotyczą, zostały zbadane pod względem wpływu na środowisko i wszystkie spełniają restrykcyjne normy polskie oraz unijne.[13]



Rys.3.4 Hala przeróbkowa [Źródło: materiały udostępnione przez firmę Orzeł Biały]



Rys.3.5 Hala obróbkowa [Źródło: materiały udostępnione przez firmę Orzeł Biały]

Cena ołowiu oparta jest na notowaniach tego metalu na Londyńskiej Giełdzie Metali (w USD) przy czym dodatkowo dodaje się premię kwotową w różnej wysokości w zależności od rodzaju stopu ołowiu (stopnia zaawansowania technologicznego). W premii uwzględnia się również dodatkowe warunki kontraktowe jak koszty transportu, przedłużone terminy płatności i inne.

Odbiorcami końcowych wyrobów w firmie „Orzeł Biały” są najwięksi światowi producenci akumulatorów samochodowych oraz trakcyjnych, tlenków ołowiu oraz wiele mniejszych firm przetwórczych z różnych branż. Spółka stale rozszerza produkcję o nowe stopy ołowiu, wychodząc naprzeciw potrzebom klientów i w ten sposób stopniowo i konsekwentnie rozbudowuje swoją ofertę produktową. [10]

4. Opis technologii recyklingu akumulatorów w firmie

BATERPOL S.A.

4.1. Opis firmy



Logo firmy Baterpol

Firma Baterpol jest znaczącym producentem ołowiu rafinowanego i stopów ołowiu. Ponadto zajmuje się skupem i przerobem złomu akumulatorowego. Spółka prowadzi działalność w dwóch zakładach, Zakład Przerobu Złomu Akumulatorowego zlokalizowany w Świętochłowicach oraz Zakład Ołowiu zlokalizowany w Katowicach. [6]

Rozwiązania technologiczne pozwalają na gospodarcze wykorzystanie ponad 95% masy złomu akumulatorowego. Ołów odzyskany ze zużytych akumulatorów

wykorzystywany jest do produkcji ołowiu rafinowanego, a elektrolit i siarka z odsiarczonej pasty są wykorzystywane do produkcji siarczanu sodu – stosowanego w przemyśle chemicznym. Produkty uzyskane w procesie recyklingu to:

- Ołów rafinowany i stopy ołowiu – odbiorcami są głównie producenci akumulatorów ołowiowych
- Wyroby walcowane i wyciskane z ołowiu i stopów ołowiu
- Krystaliczny siarczan sodu – stosowany w przemyśle chemicznym, głównie do produkcji detergentów, szklarskim, papierniczym i tekstylnym
- Polipropylen – wykorzystywany przez producentów wyrobów z tworzyw sztucznych

Recykling zużytych akumulatorów odbywa się w sposób ekologiczny, w warunkach spełniających wymagania krajowych i unijnych standardów bezpieczeństwa i ochrony środowiska. Spółka posiada certyfikaty dla Systemu Zarządzania wg normy EN ISO 14001:2009 oraz EN ISO 18001:2004. [10]

Firma posiada specjalistyczną bazę transportową przystosowaną do przewozu odpadów niebezpiecznych i jest w stanie skupić każdą ilość złomu akumulatorowego z terenu całego kraju.

4.2. Opis procesu technologicznego

Pierwszym etapem jest rozdzielenie akumulatora na części składowe.

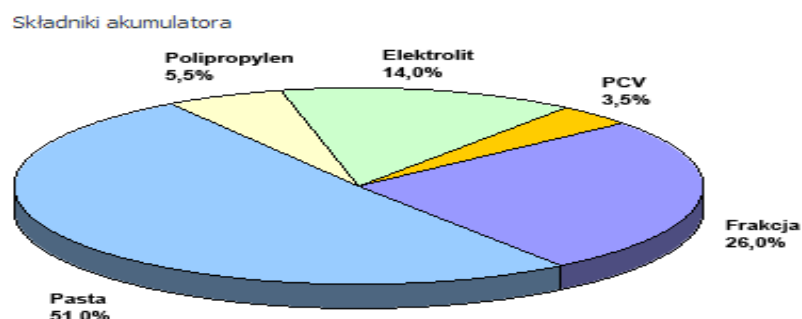
Technologia ta polega na rozbiciu baterii akumulatorowej, a następnie odseparowaniu i odfiltrowaniu części składowych. Po rozbiciu akumulatora następuje odfiltrowanie /odzysk elektrolitu. Pozostałe części stałe są poddane separacji flotacyjnej i oddzielnie składowane:

- frakcja metaliczna (tzw. kratka, zaciski na klemy, połączenia międzysekcyjne w akumulatorze),
- polipropylen z obudowy baterii ,
- pasta (głównie siarczan ołowiu i tlenki ołowiu),
- polietylen oraz szkło, bakelit, papier (łącznie ~ 3,5%), będące odpadem.



Rys.4.1 Hala kruszenia akumulatorów [Źródło: materiały udostępnione przez firmę Baterpol]

Na rysunku przedstawiono zawartość procentową poszczególnych składników akumulatora.



Rys.4.2 Składniki akumulatora [Źródło: www.baterpol.pl]

Wszystkie produkty są wielokrotnie przemyte i odkwaszone.

Drugim etapem jest odsiarczanie pasty.

Do linii kierowane są odzyskane w pierwszym etapie pasta ołowiowa oraz elektrolit. Zawartość siarki w paście z ok. 8 % spada do max. 1 %. W wyniku reakcji chemicznych zachodzących w tym procesie powstaje ponadto roztwór siarczanu sodu. Do przeprowadzania procesu odsiarczania wykorzystywane są specjalne przeznaczone do tego reaktory odsiarczania.



Rys.4.3 Reaktory odsiarczania [Źródło: materiały udostępnione przez firmę Baterpol]

Trzeci etap to krystalizacja siarczanu sodu.

Przefiltrowany i oczyszczony chemicznie roztwór kierowany jest do linii krystalizacji. W wyniku tego procesu powstaje krystaliczny siarczan sodu o wysokiej czystości.



Rys.4.4 Instalacja z krystalizacji [Źródło: materiały udostępnione przez firmę Baterpol]

W kolejnym etapie następuje produkcja ołowiu surowego.

Fracja metaliczna odzyskana w pierwszym etapie i odsiarczona w drugim etapie pasta ołowiowa jest przetapiana na ołów surowy w nowoczesnych, w pełni zautomatyzowanych liniach przetopu w piecach obrotowo – wychylnych.



Rys.4.5 Odlewanie ołowiu surowego [Źródło: materiały udostępnione przez firmę Baterpol]

Piąty etap stanowi produkcja ołowiu rafinowanego i stopów ołowiu.

Ołów surowy jest topiony w kotłach rafinacyjnych i poddawany procesom rafinacji, czyli usunięcia zanieczyszczeń obcymi metalami.

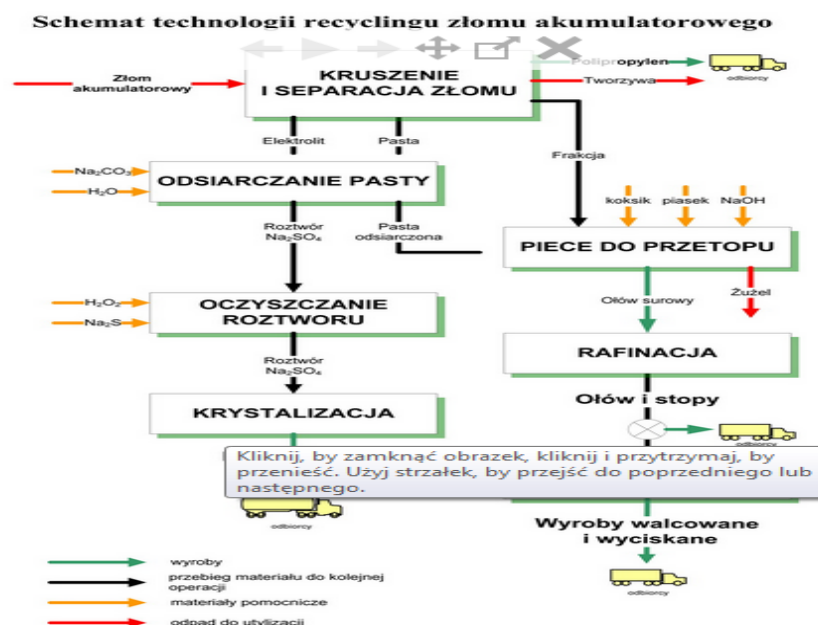
Z zgarów powstających w procesie rafinacji odzyskuje się ołów w piecu uchylnym – obrotowym.

Ostatnim etapem jest przetwórstwo ołowiu i stopów ołowiu. [6]



Rys.4.6 Rafinacja [Źródło: materiały udostępnione przez firmę Baterpol]

Na rysunku zobrazowano schemat recyklingu złomu akumulatorowego w firmie Baterpol.



Rys.4.7 Schemat technologii recyklingu złomu akumulatorowego [Źródło: www.baterpol.pl]

Literatura:

Pozycje książkowe:

1. Chłopek Z.: „*Ochrona środowiska naturalnego*”, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2002r.
2. Czarnecka – Komorowska D., Janicki M.: „*Ocena właściwości polipropylenu (PP) pochodzącego z obudów akumulatorów ołowiowych*”, Przetwórstwo tworzyw nr.5, str. 299- 301, 2011r.
3. Jarosz W.: „*Baterie i akumulatory*”, Warszawa, 2009r.
4. Kamińska E., Merkisz E.: „*Recykling samochodowych akumulatorów kwasowo- ołowiowych-aspekt środowiskowy*”, Wyd. Politechnika Poznańska, Poznań, 2011r.
5. Ozimina D., Madej M.: „*Tworzywa sztuczne i materiały kompozytowe*”, Wyd. Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach, Kielce, 2010r.

Inne źródła:

6. Firma Baterpol S.A.: „*Folder prezentacyjny firmy Baterpol S.A.*”, Katowice 2012r.
7. Firma Orzeł Biały S.A.: „*Sprawozdanie Zarządu z działalności Grupy Kapitałowej Orzeł Biały za I półrocze 2012 roku*”, Bytom, 2012r.
8. Ustawa o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 roku (Dz. U. z 2001 r. Nr 62, poz. 628 ze zmianami).

Źródła internetowe:

9. www.akumulator.pl
10. www.baterpol.pl
11. www.fatclicks.listy.info.pl/technologie_akumulatorow.html
12. www.poradnik.ekoportal.pl/producent/PS_4.html
13. www.orzeł-biały.com.pl