



Osiągnięcia i udział w rozwoju przeróbki surowców mineralnych i utylizacji odpadów Instytutu Metali Nieżelaznych w Gliwicach

Andrzej WIENIEWSKI¹⁾, Zbigniew MYCZKOWSKI²⁾

¹⁾ dr inż. prof. IMN; Instytut Metali Nieżelaznych Gliwice

²⁾ dr inż. prof.; Instytut Metali Nieżelaznych Gliwice

DOI: 10.29227/IM-2017-02-02

Abstrakt

W artykule przedstawiony zostanie stan aktualny w zakresie struktury produkcji zakładów wzbogacania węgla kamiennego. W artykule przedstawiono dorobek Zakładu Przeróbki Surowców Mineralnych i Utylizacji Odpadów na przestrzeni sześćdziesięciu pięciu lat działalności Instytutu Metali Nieżelaznych w Gliwicach, poczynając od prowadzonych w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku badań nad wzbogacaniem rud miedzi oraz cynku i ołowiu ze Starych Zagłębi kończąc na przedstawieniu aktualnie realizowanych kierunkach badawczych. Przedstawiono rozwój technologii wzbogacania aktualnie eksploatowanych złóż: rud miedzi LGOM-u i cynku i ołowiu rejonu Olkusz – Pomorzany. Szczególne miejsce zajmuje przedstawienie rozwoju konstrukcji maszyn flotacyjnych zarówno serii IZ jak i IF. Podano charakterystyki techniczne tych maszyn oraz dane dotyczące ich rozpowszechnienia, w tym eksportu. Wymieniono także nowe konstrukcje hydrocyklonów HC 500/120 ZAM-IMN. Przedstawiono szereg technologii wzbogacania opracowanych dla krajowych i zagranicznych złóż rud metali nieżelaznych, oraz surowców odpadowych. Przedstawiono badania i wdrożenia nowych odczynników flotacyjnych. Podkreślono znaczenie działań na arenie międzynarodowej. Zakład Przeróbki Surowców Mineralnych i Utylizacji Odpadów Instytutu Metali Nieżelaznych w Gliwicach zajmuje trwale miejsce w rozwoju branży metali nieżelaznych i przeróbki w Polsce.

Słowa kluczowe: Instytut Metali Nieżelaznych w Gliwicach, przeróbka surowców, utylizacja odpadów

W bieżącym roku (2017) Instytut Metali Nieżelaznych obchodzi jubileusz 65-lecia. Pierwotna struktura Instytutu Metali Nieżelaznych powstała w 1952 roku w oparciu o trzy jednostki wyłonione z utworzonego w kwietniu 1945 roku Instytutu Metalurgii Żelaza, a mianowicie Zakładu Przeróbki Rud, którym kierował wówczas mgr inż. Henryk Czarkowski, Zakładu Walcownictwa i Rafinacji, oraz Zakładu Metalurgii Proszków.

Przeróbka rud, a później szerzej przeróbka surowców mineralnych i utylizacji odpadów stała się jedną z głównych obszarów działalności Instytutu.

W początkowym okresie wykonywano wiele prac z zakresu wzbogacania rud żelaza i metali nieżelaznych oraz innych surowców mineralnych, a do roku 1958 Za-

kład również zajmował się zagadnieniem przygotowania wsadu wielkopieczowego tak zwanym procesem żelgrudy. W Zakładzie opracowano wiele zagadnień dotyczących technologii wzbogacania rud miedzi z Rejonu złotoryjskiego, rud cynkowo-ołowiowych Niecki Bytomskiej, Olkusko-Bolesławskiej i Chrzanowskiej, rud żelaza rejonu Zębca, Łęczycy i Okręgu Staropolskiego, wzbogacania fosforytów z rejonu Chałupek i wzbogacania magnezytów z rejonu Ząbkowic Śląskich. Opracowania te dotyczyły w wielu przypadkach poprawy istniejących schematów przerobczych, jak również wprowadzenia nowocześniejszych urządzeń. W ich efekcie zaproponowano wprowadzenie hydrocyklonów i separatorów zwojowych do klasyfikacji produktów mielenia rudy w młynach kulowych.

ZARZĄDZENIE MINISTRA PRZEMYSŁU CIĘŻKIEGO z dnia 28 listopada 1951 r. w sprawie utworzenia Instytutu Metali Nieżelaznych

Na podstawie art. 1 ustawy z dnia 8 stycznia 1951 r. o tworzeniu instytutów naukowo-badawczych dla potrzeb gospodarki narodowej (Dz.U. R.P. Nr 5, poz.38) zarządza się, co następuje:

§ 1. Tworzy się Instytut Metali Nieżelaznych, zwany dalej w skróceniu "instytutem".

§ 2. Siedzibą instytutu jest m. Gliwice.

§ 3. Zadaniem instytutu jest prowadzenie prac naukowo-badawczych w dziedzinie górnictwa i przeróbki rud metali nieżelaznych, hutnictwa oraz przeróbki plastycznej i rafinacji metali nieżelaznych, mających na celu postęp techniczny i rozszerzenie produkcji tych metali, ze szczególnym uwzględnieniem wykorzystania surowców krajowych.

§ 4. Zwierzchni nadzór nad instytutem sprawuje Minister Przemysłu Ciężkiego przez Centralny Zarząd Przemysłu Metali Nieżelaznych.

§ 5. Organizację i szczegółowy zakres działań instytutu określi statut, który nadany zostanie odrębnym zarządzeniem.

§ 6. Ogół dochodów i wydatków instytutu objęty jest budżetem Państwa (budżet centralny) w części dotyczącej Ministerstwa Przemysłu Ciężkiego.

§ 7. Instytutowi przydziela się do wykonywania planowych zadań:

1) Zakład Metali Nieżelaznych,
2) Zakład Przeróbki Rud oraz Zakład Metalurgii Proszków, wchodzące dotychczas w skład Głównego Instytutu Metalurgii w Gliwicach;
3) Centralne Laboratorium Badawcze w Trzebinii;
4) Centralne Laboratorium Badawcze Górnictwa w Bytomiu.

§ 8. Zarządzenie wchodzi w życie z dniem ogłoszenia z mocą od dnia 1 stycznia 1952 r.

Minister Przemysłu Ciężkiego: w. z. K. Żemaitis

W 1953 r. opracowano w Pracowni Odczynników Flotacyjnych technologię wytwarzania krystalicznych ksantogenianów (M. Oktawiec), produktów czystych o dużej trwałości, a rok później uruchomiono produkcję ksantogenianów w zakładzie, który wybudowano na terenie kopalni rud cynkowo-olowiowych im. Marchlewskiego w Bytomiu.

Rudy cynkowo-olowiowe ze wszystkich rejonów poddano badaniom mineralogicznym (L. Zawiaślak). Badania te stanowiły podstawę do modernizacji istniejących zakładów przerobczych oraz opracowania technologii wzbogacania rud z nowych złóż (Trzebionka, Olkusz-Pomorzany). Rudy te zbadano pod względem możliwości ich wstępnego wzbogacania w ciężkich cieczach zawieszinowych (M. Ślusarek, E. Szczerba). W efekcie tych prac opracowano własną konstrukcję wzbogalnika typu stożkowego (IWAR), przystosowanego do wzbogacania rudy o uziarnieniu 45–14 mm. Wdrożono również hydrocyklony zawieszinowe dla wstępnego wydzielenia odpadów z drobnych klas rudy cynkowo-olowiowej (M. Ślusarek, E. Szczerba). W oparciu o korzystne wyniki prób w Instytucie, poparte badaniami w UVR-CSRS i PIC-Francja zdecydowano o wdrożeniu wzbogacania wstępnego w cieczy ciężkiej zawieszinowej w ZG Trzebionka oraz w ZG Waryński. W ZG Trzebionka zastosowano francuski separator Drewboya firmy PIC Francji, a w ZG Waryński zastosowano separator IWAR. Dla ZG Olkusz – Pomorzany przyjęto do wzbogacania w cieczach ciężkich zawieszinowych separatory: bębnowy – dla klas grubych i stożkowy – dla drobnych firmy „Wemco”. Należy podkreślić, że M. Ślusarek jest współautorem książki „Wzbogacanie kopalni w cieczach ciężkich” Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1979.

Prace modernizacyjne i opracowanie technologii wzbogacania rud z nowych złóż prowadzono również w zakresie wzbogacania flotacyjnego (A. Molicka – Haniawetz) oraz rozdrabniania (J. Płaczek, A. Chycki).

W obrębie niekonwencjonalnych metod wzbogacania prowadzono doświadczenia nad ługowaniem bakteriowym (B. Pluskota, J. Wójtowicz). Zastosowanie tego sposobu wzbogacania upatrywano w przerobie pozabilansowych rud miedzi i odpadów poflotacyjnych.

W ramach prac prowadzonych w roku 1975 w Pracowni Procesów Specjalnych zbudowano i uruchomiono instalację do badań w skali 1/4 technicznej możliwości otrzymywania miedzi na drodze ługowania koncentratów flotacyjnych metodą amoniakalną, jako alternatywę dla procesu pirometalurgicznego (J. Wójtowicz, Zb. Myczkowski, Zb. Szolomicki, L. Godfryd).

W tym okresie Zakład liczył ok. 50 pracowników, a zespół pracowników badawczych tworzyli absolwenci Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie i Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

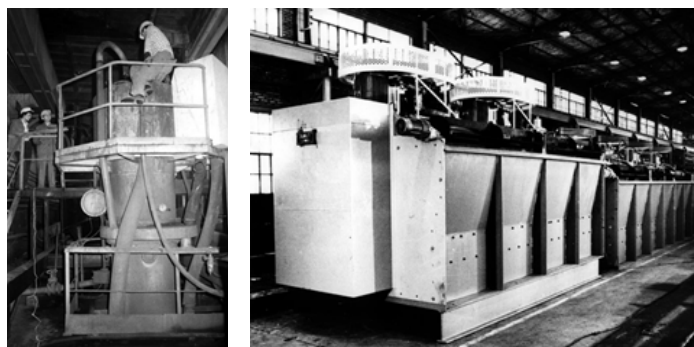
Pod koniec lat pięćdziesiątych w Zakładzie rozpoczęto intensywne badania w celu opracowania technologii

wzbogacania rud miedzi z nowo odkrytych i złóż zalegających w Monoklinie Przedsudeckiej, w rejonie Lubina, Polkowic i Rudnej. Badania te prowadzono równolegle z rozpoznaniem geologicznym, wykorzystując próbki rudy pochodzącej z rdzeni wiertniczych. W wyniku tych badań opracowano schematy technologiczne wzbogacania, które były podstawą do zaprojektowania zakładów wzbogacania rudy z kopalni Lubin. Schematy technologiczne opracowane przez Instytut Metali Nieżelaznych w Gliwicach (J. Adamiczka, R. Bortel, Z. Grzebieluch, H. Ogaza, J. Wójtowicz) zakładały dwustadialne mielecie i flotacje wraz z odrębnym domielaniem produktów pośrednich. Istotną zmianę w technologii wzbogacania spowodowało zastosowanie selektywnego rozdrabniania w kruszarkach młotkowych (R. Bortel, J. Nawrocki) i wyodrębnienie z rudy mieszanej frakcji piaskowcowej o charakterystyce wzbogalności korzystniejszej niż frakcji wapienno-lupkowej (W. Madej, K. Żmudziński, B. Rynans). Ruda piaskowcowa ulega w młynie prętowym zmieleniu i rozmyciu w wyniku, którego otrzymuje się uwolnienie siarczków miedzi tkwiących w lepiszczu wapienno-ilastym. Istotą modyfikacji technologii było wyprowadzenie z produktu mielenia w młynie prętowym frakcji piaskowcowej i poddanie jej jednostadialnej flotacji z wyprowadzeniem odpadów końcowych. Na podstawie tych opracowań zaprojektowano, zbudowano i uruchomiono w 1968 roku w kopalni Lubin I ciąg technologiczny oraz II ciąg technologiczny uruchomiony w 1969 roku.

Na przełomie lat 60 i 70 wykonano prace w celu przystosowania technologii flotacji dla wzbogacania rudy miedzi z przewagą frakcji lupkowo-wapiennej kopalni Polkowice. Pośród tych prac istotne znaczenie miały badania R. Bortla przedstawione w jego pracy doktorskiej – „Wpływ minerałów ilastych na flotowalność siarczków metali nieżelaznych” (1967). Wyniki tych prac wykorzystano w projekcie zakładu wzbogacania rudy kopalni Polkowice i w 1970 roku uruchomiono I ciąg technologiczny, a w 1971 uruchomiono II ciąg technologiczny wzbogacania rudy.

W roku 1970 w zakładzie badano również możliwość oddzielnego flotowania siarczków miedzi oraz wydzielenia w drugim etapie flotacji koncentratu lupków przy użyciu, jako zbieracza kwasów tłuszczowych – praca doktorska J. Wójtowicza (1971) – „Badania nad warunkami flotacji złożonych rud miedzi z pośrednim wydzieleniem składników węglanowych”. Badania zakończyły się wynikiem pozytywnym, jednak technologii tej nie zastosowano ze względu na uciążliwość stosowania kwasów tłuszczowych.

W okresie tym prowadzono również prace badawczo-wdrożeniowe z nowym typem hydrocyklonu – wyłożenie gumowe hydrocyklonów (R. Bortel, J. Gramała). Hydrocyklony te znalazły zastosowanie we wszystkich nowych zakładach wzbogacania rudy miedzi i przez



(a) Górny fragment flotownika kolumnowego głębokiego zainstalowanego dla badań w zakładzie wzbogacania rudy miedzi kopalni Lubin w KGHM Polska Miedź (b) Próbnny montaż maszyny flotacyjnej typu IZ-5.2Z w ZM Zamet przed wysyłką do kopalni Polkowice w KGHM Polska Miedź.

wiele lat były podstawowym wyposażeniem układów klasyfikacji zakładów wzbogacania w Polsce.

Również dla zakładu wzbogacania rudy miedzi Rudna opracowano schemat wzbogacania, uwzględniający rozdział rudy mieszanej na frakcje piaskowcową i węglanową, układ mielenia wraz z flotacją w obiegu mielenia i podwójną klasyfikację w hydrocyklonach (W. Madej, A. Wieniewski, S. Zienkiewicz, Z. Grzebieluch). Układ ten składał się z młyna kulowego i cylpepsowego i przejmował funkcję układu domielania produktów pośrednich, flotację piasków i węglanów oraz trzystopniowy układ czyszczenia koncentratu. Flotacja piasków miała charakter flotacji wstępnej, której odpad kierowany był do wspólnej flotacji z frakcją węglanową. Rozwiązanie takie miało stabilizować skład litologiczny wzbogacanej rudy. Równoległe z uruchamianiem kolejnych ciągów produkcyjnych ZWR Rudna (1974–1978), prowadzono szerokie badania nad doskonaleniem technologii wzbogacania piaskowcowo-węglanowych rud miedzi. Poszczególne ciągi technologiczne I–VI Zakładu Wzbogacania Rudna uruchamiane były w latach 1974–1980.

Flotację w obiegu mielenia, jak również flotację w obiegu domielania, wprowadzono w ZWR Lubin w latach 1973–1976 (W. Madej, A. Wieniewski, S. Zienkiewicz), osiągając na poszczególnych ciągach produkcyjnych znaczne (o około 0,04% Cu) obniżenie zawartości miedzi w odpadach, a tym samym poprawiając znacznie efektywność całego procesu wzbogacania. Ważne miejsce w tych badaniach znalazły badania A. Wieniewskiego i jego praca doktorska – „Wpływ flotacji w obiegu mielenia na technologie przeróbki rud miedzi” (1983 – A. Wieniewski, J. Dziadek).

Do technologii wzbogacania frakcji piaskowcowej wprowadzono układ domielania i klasyfikacji odpadu flotacji piasków i uzupełniającą flotację domielonego wylewu hydrocyklonu. Koncepcję tę zrealizowano w 1985 roku w trzecim ciągu technologicznym ZWR Lubin (W. Madej, A. Wieniewski, S. Zienkiewicz, J. Tiessler, C. Masłowski, S. Kamiński).

W zakładzie prowadzono również prace związane, z jakością produkowanych koncentratów miedzi-

wych zarówno w aspekcie ich poprawy jak również technologiczno – ekonomicznej optymalizacji. Temu zagadnieniu poświęcona była praca doktorska B. Skorupskiej pt. „Kształtowanie, jakości koncentratu miedzi w zmiennych warunkach rynku metali nieżelaznych i właściwości wzbogaczanych rud”. Został opracowany matematyczno-ekonomiczny model opisujący zysk wielozakładowego przedsiębiorstwa, jakim jest KGHM, będący różnicą pomiędzy przychodem i ponoszonymi kosztami z uwzględnieniem charakterystyki wzbogaczanych rud, kosztami ich wzbogacania oraz kosztami hutniczymi, zależnymi od stopnia wzbogacania rud oraz dystrybucji przerabianych koncentratów do hut.

Bardzo ważnym etapem rozwoju Zakładu było utworzenie w 1962 r. Pracowni nowych maszyn i urządzeń przerobczych. W wyniku kilkuletniej pracy skonstruowano i zbadano szereg nowych typów maszyn flotacyjnych. W dalszej działalności w oparciu o współpracę z Zakładem Mechanicznym Zamet opracowano typoszereg maszyn flotacyjnych pneumatyczno-mechanicznych (Zb. Myczkowski, J. Komorowski, H. Ogaza). Celem tych prac było opracowanie konstrukcji flotownika o pojemności komory przydatnej dla zastosowania w zakładzie o bardzo dużej wydajności.

W początkowym okresie projektowania nowych zakładów wzbogacania rudy miedzi (pierwsza połowa lat 60.) maksymalna pojemność komory flotownika wynosiła 2,5–3,0 m³ (Humboldt, Denver, Mechanobr). Pojemności pozostałych producentów (Agitair, Fagergren, Boliden) nie przekraczały pojemności 1,6 m³. Istniały doniesienia literaturowe, że w ówczesnym ZSRR trwały prace nad konstrukcją flotownika typu mechanicznego o pojemności użytecznej komory 6 m³ (Mechanobr M7).

Po przebadaniu w skali półtechnicznej szeregu prototypów (flotownik ejekcyjny, flotownik cyklonowy) zdecydowano dalsze prace prowadzić pod kątem opracowania flotownika typu pneumatyczno-mechanicznego. W latach 1964–1965 pracowano konstrukcję flotownika pneumatycznego głębokiego o pojemności 10,4 m³ (Zb. Myczkowski). W 1966 roku opracowano

konstrukcję flotownika o pojemności komory 1,1 m³ – IZ-1 a w drugim etapie o pojemności komory 3,0 m³ – IZ-3. Zakłady Mechaniczne ZAMET wykonały dokumentację techniczną oraz prototypy przemysłowe tych flotowników, które otrzymały oznaczenie IZ (Instytut – Zamet). W 1969 w Zakładzie opracowano konstrukcję flotownika IZ-5 o pojemności 5 m³, które wdrożone zostały w II ciągu technologicznym zakładu wzbogacania rudy miedzi w kopalni Polkowice, który uruchomiono w 1971 roku. W latach 1973–1974 opracowano konstrukcję flotownika IZ-12 o pojemności komory 12 m³. Flotownik ten wdrożono w latach 1975–1978 w zakładzie wzbogacania rudy kopalni Lubin zastępując nim wszystkie pracujące tam flotowniki typu Mechanobr 6AM i IZ-3. W 1974 roku wdrożono również flotowniki IZ-5 i IZ-3 w Zakładzie wzbogacania rudy kopalni Rudna. W latach siedemdziesiątych flotownik IZ-12 znalazł powszechne zastosowanie w modernizowanych i budowanych zakładach wzbogacania węgla w polskim przemyśle górniczym węgla. W pierwszej połowie lat 80. Zakład ZM ZAMET wyprodukował maszyny flotacyjne IZ-12 na zamówienie CHRL, które zostały zainstalowane w kopalni węgla kamiennego w Choszczynie w prowincji Xienen i uruchomione w roku 1986.

W roku 1978 w zakładzie wzbogacania rudy miedzi Rudna uruchomiono prototyp 10-cio komorowej maszyny flotacyjnej IZ-30, o pojemności komory 30 m³. W tym czasie Flotownik IZ-30 był największym flotownikiem zastosowanym w skali przemysłowej.

W pierwszej połowie lat siedemdziesiątych w Zakładzie opracowano konstrukcję flotownika o pojemności komory 2,5 m³, z jednostronnym odbiorem produktu pianowego, oznaczonego symbolem – IZ-3.1z, przeznaczonego dla flotacji rudy cynkowo-olowiowej (Zb. Myczkowski, J. Komorowski). Flotownik ten zastosowano w nowym zakładzie wzbogacania rudy cynkowo-olowiowej kopalni Olkusz-Pomorzański w KGH Bolesław.

W latach 80. opracowano konstrukcje flotownika kolumnowego w wersji głębokiej – 12 m³ (Zb. Myczkowski,) i wersji płytkowej 5–6 m (J. Komorowski) i przeprowadzono próby przemysłowe w zakładzie wzbogacania rudy miedzi Lubin (głębokiego) oraz zakładzie wzbogacania rudy cynkowo-olowiowej Olkusz (płytkiego). Flotownik kolumnowy był również testowany we flotacji węgla w KWK Murcki.

W latach 1985–1987 opracowano konstrukcje osadnika wieżowego dla zagęszczania koncentratów flotacyjnych i przeprowadzono badania prototypu przemysłowego w zakładzie wzbogacania rudy cynkowo-olowiowej Olkusz-Pomorzański.

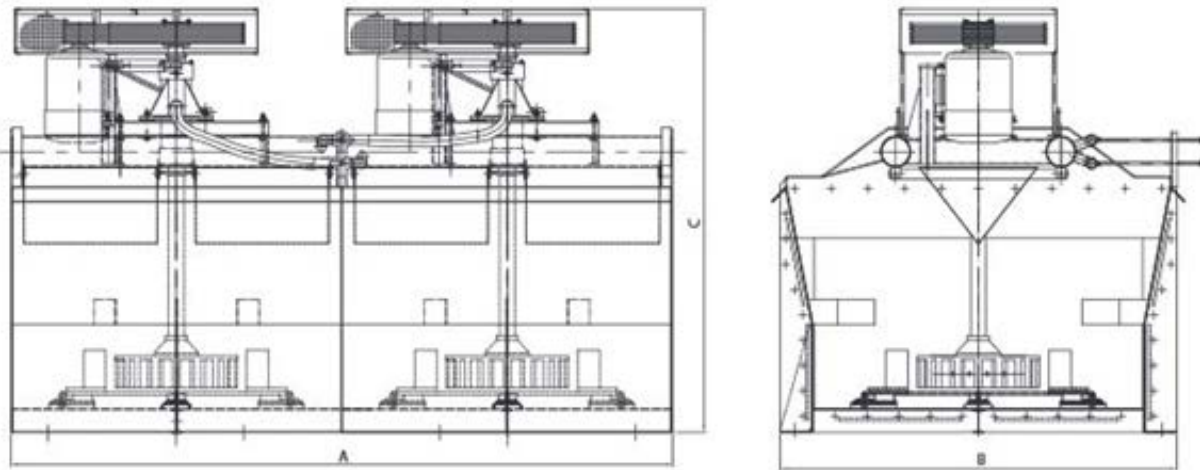
Maszyny flotacyjne typu IZ są do dziś stosowane i są podstawowymi flotownikami do flotacji węgla w Polsce. Poniżej przedstawiono przykładową konfigurację maszyny 6 komorowej oraz podstawową charakterystykę całego typoszeregu maszyn.

W zakresie rud Zn-Pb podstawowa działalność Zakładu w latach 70. dotyczyła doskonalenia istniejących technologii oraz opracowania nowych dla Zakładu Olkusz-Pomorzański (A. Molicka Haniawetz, L. Zawiaślak, M. Ślusarek E.Vrabetz). Badania obejmowały także technologie rozdziału grawitacyjnego złomu akumulatorowego, odzysku miedzi i srebra ze zużytych wymurówek pieców hutniczych (M. Ślusarek, E. Szczerba, Wł. Litwin), utylizacji zgarów aluminiowych oraz segregacji wsadowych stopów aluminiowych. Wyniki tych prac wykorzystano dla zaprojektowania i wybudowania zakładu przerobu złomu akumulatorowego w Bytomiu. W oparciu o wykonane w Zakładzie prace dokonano zmian schematów wzbogacania w zakładach górniczych niecki bytomskiej. Prowadzono również badania nad możliwością zastosowania flotacji kolektywnej dla rud cynkowo-olowiowych.

W latach 70. obok głównego nurtu badań dotyczącego wzbogacania krajowych rud metali nieżelaznych realizowano szereg projektów, z których należy wymienić:

- W latach 1973–1974 opracowano technologię wzbogacania rudy miedzi zlokalizowanej w polach I i II złoża Spremberg–Graustein (wówczas w NRD) oraz opracowano schematy technologiczne zakładu wzbogacania rudy w kilku wariantach.
- W latach 1975–1986 opracowano technologię flotacji rudy magnetytowo-ilmenitowej złoża suwalskiego, zlokalizowanego w rejonie Krzemianki–Udryń–Jeleniowo. Wykonano studium przedprojektowe procesu kruszenia, mielenia, klasyfikacji i flotacji rudy.
- W latach 1979–1980 opracowano technologię flotacji rudy polimetalicznej Cu-Pb-Zn-Fe ze złoża Sikkim, Ambamata i Deri w Indiach.
- W latach 1975–1978 opracowano technologię odzysku srebra z wymurówki pieców hutniczych. Technologię wdrożono w Zakładzie Doświadczalnym KGHM Polska Miedź, gdzie stosowana jest do chwili obecnej.

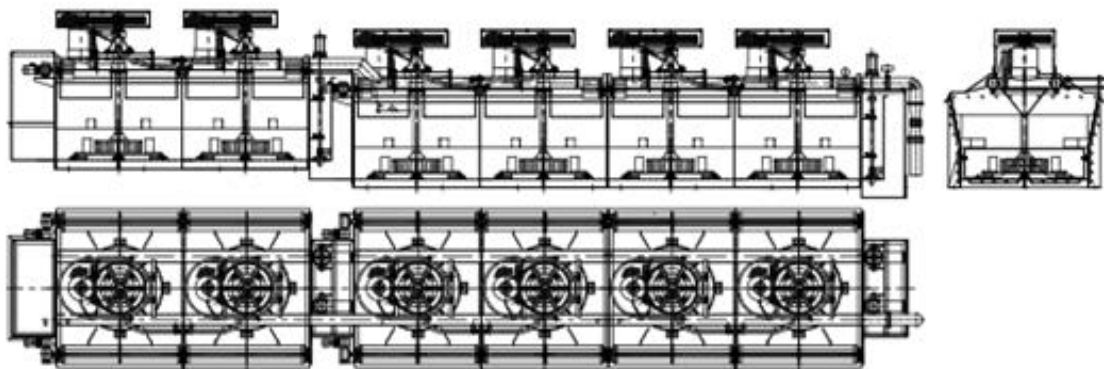
W 1992 r. opracowano wspólnie z zakładem Hydrometalurgii (w ramach prowadzonego projektu celowego) i wdrożono do praktyki przemysłowej technologię produkcji wysokojakościowego i niskomagnezowego koncentratu blendowego w Zakładach Górniczych „Trzebionka” (K. Cichy, Zb. Szolomicki). Poprawa, jakości koncentratu polegała na poddaniu ługowaniu kwasem siarkowym produkowanego koncentratu blendowego w celu rozkładu chemicznego zawartego w nim dolomitu a następnie poddaniu wykwaszonego koncentratu Instalacji odgipsowania dodatkowej flotacji dla wyprowadzenia z niego powstałego w czasie wykwaszenia gipsu. Zawartość cynku w koncentracie wzrosła z ok. 54% do ok. 62%, a zawartość MgO uległa obniżeniu z ok. 2,8% do ok. 0,1%. Zdolność przerobowa instalacji wynosiła ok. 100 tys t/rok. Technologię tą wdrożono również



PARAMETRY TECHNOLOGICZNO-TECHNICZNE

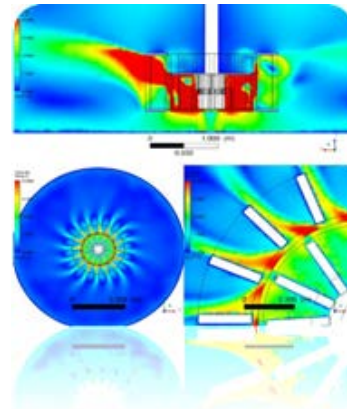
Typ maszyny	IZ-1	IZ-3	IZ-5	IZ-12	IZ-30
A	2500	3400	3800	5400	7800
B	1520	1800	2320	3240	4100
C	2050	2540	2949	3225	3780
Podstawowe wymiary [mm]					
Jednostka montażowa	sekcja 2-komorowa	sekcja 2-komorowa	sekcja 2-komorowa	sekcja 2-komorowa	sekcja 2-komorowa
Ciążar sekcji [kg]	1950	2400	5000	8570	17900
Dopuszczalna liczba sekcji montowana na jednym poziomie	4	4	3	2	2
Minimalna różnica poziomów [mm]	200	200	300	400	500
Liczba silników elektrycznych w sekcji	1	1	2	2	2
Moc silników elektrycznych [kW]	10	18,5	18,5	22	45
Prędkość obrotowa wirnika [obr/min]	160	190	190	139	110
Ilość doprowadzanego powietrza do jednej sekcji [Nm ³ /min]	do 1,2	do 2	do 4	do 8	do 16
Ciśnienie doprowadzanego powietrza [atm]	0,1	0,17	0,23	0,25	0,27
Objętość geometryczna komory [m ³]	1,1	3	6	13	30

PRZYKŁADOWA KONFIGURACJA MASZYN TYPU IZ





Instalacja odgipsowania



w 2007 roku w ZGH „Bolesław” gdzie uruchomiono instalację o wydajności ok. 160 tys. ton/rok. Z dotychczas produkowanego koncentratu zawierającego ok. 53% Zn i ok. 1,0% MgO uzyskano produkt o zawartości ok. 57,0% Zn i ok. < 0,1% MgO.

W poszukiwaniu nowych, skutecznych odczynników flotacyjnych, charakteryzujących się ponadto niską toksycznością i mniejszą szkodliwością dla otoczenia, przebadano wiele związków, głównie z grup alkilodwutiokarbaminianów i alkilodwutiofosforanów. Wybrane odczynniki z drugiej grupy wraz ze stosowanymi ksantogenianami zostały wdrożone we wszystkich zakładach miedziowych z korzystnymi efektami technologicznymi i ekologicznymi. W przypadku rud Zn-Pb stwierdzono przydatność selektywnego zbieracza do galeny – Aerophine, czy HoeF do flotacji blendy. W omawianej problematyce współpracowaliśmy ze znanymi światowymi producentami odczynników: Hoechstem, Dow Chemical czy Cynamid.

W badaniach nad przydatnością wyższych ksantogenianów do flotacji rud miedzi stwierdzono korzystny wpływ ksantogenianu izobutyloвого i n-butylowego na wzrost uzysku miedzi i obniżenie zawartości miedzi w odpadach. W praktyce przemysłowej zastosowano mieszankę ksantogenianów etylowego i izobutylowego osiągając zmniejszenie zużycia odczynnika zbierającego o około 30–40%. Zmodyfikowano skład mieszanki zbieraczy wprowadzając dodatkowo odczynnik z grupy promotorów - dwutiofosforanów osiągając poprawę wskaźników technologicznych flotacji oraz poprzez zmniejszenie zużycia ksantogenianów ograniczenie emisji CS₂. Również w zakresie odczynników spieniających stwierdzono możliwość zastąpienia dotychczas stosowanego ADTM i OK (alkohol dwuacetonowy z dodatkiem tlenku metylylu i oktanolu) innym odczynnikiem z grupy eterów poliglikoli o handlowej nazwie CORFLOT (mieszanka eterów butyloowych glikoli 2,3 etylenowych). Osiągnięto ponad trzykrotne zmniejszenie jednostkowego zużycia spieniacza. Wprowadzenie nowych odczynników flotacyjnych poprawiło selekcję flotacji, sprzyjało wzrostowi, jakości koncentratu i obniżyło koszty bezpośrednie

produkcji. (T. Izdebska, N. Kubacz, A. Wieniewski, B. Rudnicka).

W latach 2001–2002 Zakład prowadził prace wdrożeniowe technologii wzbogacania rud z wykorzystaniem metod chemiczno-flotacyjnych w zakładzie wzbogacania rudy kopalni Polkowice w KGHM Polska Miedź, gdzie wdrożono tą technologię w 2005 roku (B. Skorupska, A. Wieniewski, N. Kubacz, K. Cichy) W końcu lat dziewięćdziesiątych powstała w Instytucie konstrukcja maszyn flotacyjnych nowej generacji przeznaczonych dla flotacji rud metali nieżelaznych i węgla o dużej pojemności komór (20÷100 m³) oznaczonych symbolem IF – J.Komorowski, J. Gramała, A. Wieniewski. Pojawienie się nowych technik badawczych umożliwiło dokonanie korekt w konstrukcji aeratorów. Istotą było zastosowanie nowego rozwiązania ze specjalną geometrią wirnika oraz kształtem jego łopatek. Pozwoliło to na zdyspergowanie większej ilości powietrza przy mniejszym zapotrzebowaniu energetycznym w stosunku do innych konstrukcji.

Aerator ten chroniony jest patentem Nr PL193507. Rozwiązanie konstrukcji aeratora maszyn flotacyjnych IF zostało nagrodzone również złotym medalem na 50 jubileuszowych Światowych Targach Wynalazczości, Badań Naukowych i Nowych Techniki BRUSSELS EUREKA 2001 jak również Medalem na Targach Innowacji Gospodarczych i Naukowych INTARG 2002 w Katowicach. Opracowanie uzyskało także Dyplom uznania nadany przez Komitet Badań Naukowych za rozwiązanie naukowo-badawcze „Aerator maszyny flotacyjnej” (2002).

Charakterystykę opracowanych konstrukcji maszyn flotacyjnych typoszeregu IF przedstawiono w tabeli obok IMN podjął się produkcji i dostawy maszyn flotacyjnych nowej generacji z zastosowaniem powyższego rozwiązania i wyposażania w nie polskich zakładów wzbogacania eliminując bardzo kosztowny import KGHM „Polska Miedź” S.A – 2001–2011, ZGH Bolesław).

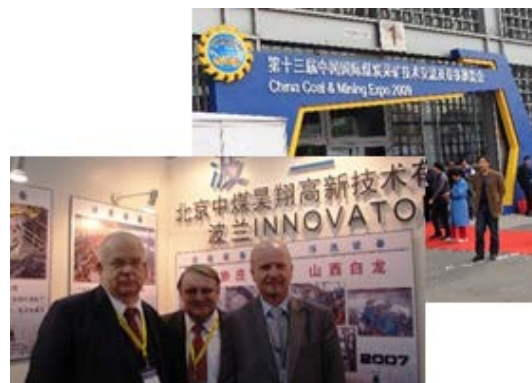
Od 2004 roku podjęto działania nad rozwojem eksportu maszyn flotacyjnych serii IF do flotacji węgla (A. Wieniewski, J. Gramała, Zb. Myczkowski.) Oferta obejmowała także układy automatycznej regulacji i sterowa-

MODEL MASZINY	IF-20	IF-30	IF-45	IF-48	IF-57	IF-100	
Wymiary gabarytowe [mm]	ø A	4060	4300	4900	4900	5300	6550
	ø B	3220	3760	4000	4300	4750	5800
	C	5930	5100	6350	6500	6000	7070
Moc znamionowa silnika elektrycznego [kW]	30	30 + 37	45	45	55	110 + 132	
Objętość użyteczna komory	20	30	45	48	60	100	
Maksymalne natężenie przepływu powietrza technologicznego [Nm ³ /h]	<180	<180	<840	840	<1200	<1800	
Ciśnienie powietrza technologicznego [Mpa]	0,03 - 0,06						
Ciśnienie powietrza sprężonego w systemie automatyki [Mpa]	0,4 - 0,6	0,4 - 0,6	0,4	0,4	0,4 - 0,6	0,4 - 0,6	
Ciążar całkowity [kg]	11200	13100	18.600	19500	22000	27690	

* Informacje wymiarowe podane w tabeli należy traktować jako orientacyjne.



Maszyny flotacyjne typu IF-57 zainstalowane w kopalni Rudna KGHM Polska Miedź SA



nia tych maszyn opracowane i wytwarzane w Instytucie (J. Steczkowski, T. Chorąży). W rezultacie od 2006 r. Instytut wraz z Zakładem Działalności Innowacyjnej „INNOVATOR” Sp. z o.o. realizuje sprzedaż, montaż i uruchamianie nowoczesnych wielkogabarytowych flotowników typu IF w chińskich zakładach przeróbki mechanicznej węgla (J. Śmieszek, Zb. Myczkowski, A. Wieniewski, J. Gramała, T. Zachariasz, T. Chorąży, A. Mańka). Instytut i Spółka INNOVATOR uczestniczyli w targach organizowanych w Pekinie przez CHINA COAL & MINING EXPO 2009. Efektem tych działań było wyposażenie 5 chińskich kopalń węgla maszynami flotacyjnymi IF-45 i IF-57. Eksport maszyn flotacyjnych IF realizowano również do Kazachstanu i Serbii.

W 2009 wyprodukowano i wdrożono w KWK „Jas-Mos” największą maszynę flotacyjną w Polsce o objętości 100 m³ osiągając bardzo dobre rezultaty technologiczne i ekonomiczne. Rozwiązanie to zdobyło Złoty Metal Targów Poznańskich (2010).

Do roku 2016 dostarczono 406 maszyn flotacyjnych. Strukturę dostaw przedstawiono w tabeli na następnej stronie.

Działalność zakładu w latach 2010–2015

Działalność badawcza zakładu koncentrowała się na realizacji Projektu Zamawianego PBZ-MNiSW-3/3/2006 pn. „Nowoczesne technologie oraz zaawansowane materiały i wyroby w zrównoważonym rozwoju przemysłu metali nieżelaznych” (między innymi określenie wzbogacalności rudy miedzi z rejonów perspektywicznych – mapy wzbogacalności perspektywicznych rejonów złoża – B. Skorupska, A. Wieniewski, N. Kubacz) oraz Projektu Kluczowego nr POIG.01.03.01-24-019/08-00 pn. „Nowe technologie oraz nowe konstrukcje maszyn i urządzeń do wzbogacania i metalurgicznego przerobu surowców mineralnych”, (między innymi opracowanie technologii wydzielenia koncentratów o wysokiej zawartości miedzi i obniżonej węgla organicznego (B.



Jeden z dwóch flotowników typu IF-45 zainstalowanych w kopalni węgla Bailong w ChRL.



Widok flotownika IF-100

Rozpowszechnienie flotowników typu IF w latach 2000 – 2016

	Polka	Kazachstan	ChRL	Serbia	Czechy	Razem
Ruda miedzi	347	9				356
Rudy Zn - Pb	18			19		37
Węgiel	3		9		1	13
Razem						406

Skorupska, A. Wieniewski, N.Kubacz) oraz opracowanie konstrukcji hydrocyklonów nowej generacji Hc 500/120 (A. Wieniewski, E. Szczerba, T. Zachariasz – stworzenie warunków konkurencji dla importu.

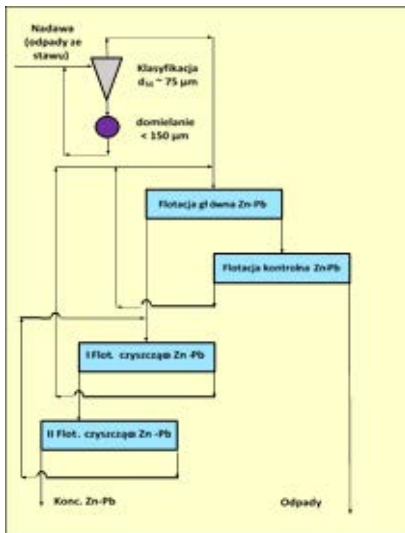
W roku 2014 zakończono Projekt Kluczowy w ramach, którego opracowano, między innymi, innowacyjną konstrukcję hydrocyklonu zagęszczająco-klasyfikujących nowego typu HC500/12°ZAM-IMN. Hydrocyklon charakteryzował się nową geometrią oraz innowacyjnym rozwiązaniem wyłożenia kompozytowego elementów hydrocyklonu. Urząd Patentowy RP udzielił na rzecz IMN w Gliwicach oraz ZUP ZAM Kęty Sp. z o.o. prawa ochronnego na wzór użytkowy p.t.: „Hydrocyklon klasyfikująco-zagęszczający” pod nr W.121885. Baterie hydrocyklonów zagęszczająco-klasyfikujących nowego typu HC500/12°ZAM-IMN oraz HC350/12°ZAM-IMN wyposażone w system automatycznej stabilizacji i regulacji warunków pracy są zasadniczym elementem modernizacji układów klasyfikacji w O/ZWR KGHM „PM” S.A. Podjęcie konkurencji z czołowymi, globalnymi firmami światowym stanowi znaczące osiągnięcie zakładu.

Istotne miejsce zajmowała w tym czasie działalność eksportowa usług badawczych:

- Opracowanie technologii wzbogacania rud miedzi ze złoża Spremberg–Graustein dla firmy KSL Kupferschiefer Lausitz GmbH – Niemcy
- Badania łupków mansfeldzkich - zlecenie z firmy CALA Aufbereitungstechnik – Niemcy
- Czarnogóra – modernizacja technologii wzbogacania rud Zn-Pb (ZGH – Supla Stiena)
- Serbia – technologia wzbogacania (Suva Ruda Raška)

- Czarnogóra – technologia wzbogacania rudy Zn-Pb złoża Brskovo (zlecenie Balamare – Australia)
- Kazachstan – opracowanie nowych typów maszyn flotacyjnych (sprzedaż licencji), uruchomienie instalacji
- Rumunia – wzbogacanie żużli (SOMETRA)
- Pakistan – opracowanie technologii wzbogacania rud Zn-Pb

Zakład był organizatorem Międzynarodowych konferencji naukowych ICNOP (1999–2014). Pracownicy zakładu współorganizowali XIII IMPC w Warszawie – 1979 (R. Bortel) oraz uczestniczyli aktywnie w konferencjach i kongresach międzynarodowych, a mianowicie: XI International Mineral Processing Congress Cagliari, 1975, (A. Molicka–Haniawetz); XV International Mineral Processing Congress Cannes, 1985, (R. Bortel, A. Wieniewski); XVI International Mineral Processing Congress 1988 Stockholm, (Zb. Myczkowski); XXIV International Mineral Processing Congress Pekin, 2008, (A. Wieniewski, B. Skorupska); XXV International Mineral Processing Congress 2010 - Brisbane, (B. Skorupska, A. Wieniewski); XXVII International Mineral Processing Congress Santiago, 2014, (B. Skorupska, K. Cichy); XVI International Coal Preparation Congress, 2010 Lexington, USA (A. Wieniewski, A. Mańka); Copper 2003 Santiago de Chile – 2003 (A. Wieniewski); Copper 2010 – Hamburg – 2010 (A. Mańka); Aachen–2011, VIII Forum Wschód–Zachód –Petersburg 2010 Rosja (A. Wieniewski – współprzewodniczący konferencji, Zb. Myczkowski, J. Gramała), Cape Town (A. Mańka); Santiago, Świeradów i wiele innych konferencji krajowych i zagranicznych.



Schemat wzbogacania odpadów flotacyjnych oraz ich składowanie.



Bateria hydrocyklonów HC500/12 ZAM-IMN.

Technologia przerobu odpadów flotacyjnych.

Po wyczerpaniu się zasobów rudy w kop. „Marchlewski” w Bytomiu opracowano w roku 1985 i wdrożono technologię schemat produkcji kolektywnego koncentratu Zn-Pb z odpadów poflotacyjnych zwału OG/81 (K. Cichy). Opracowany nowy schemat wzbogacania wykorzystywał istniejący park maszynowy w zakładzie przeróbczym „Marchlewski”. Produkcja kolektywnego koncentratu Zn-Pb, zawierającego ok 42–44% cynku Zn i ok 3–5% ołowiu Pb, prowadzona była do końca 1988 roku. Przyczyną zaprzestania produkcji był brak zgody władz wojewódzkich na budowę nowego stawu osadowego dla powstających odpadów wtórnych.

W 2014 r. w ZGH „Bolesław” S.A. przeprowadzono przemysłową próbę przerobu odpadów flotacyjnych, która potwierdziła wcześniejsze wyniki uzyskane w badaniach laboratoryjnych wskazując, że w schemacie wzbogacania obejmującym dwuetapową flotację kolektywną Zn-Pb i dwustopniową flotację czyszczącą możliwa jest produkcja z odpadów flotacyjnych kolektywnego koncentratu Zn-Pb zawierającego >52,0% Zn i >5,0%

Pb z uzyskiem cynku wynoszącym >53%. Opracowano innowacyjne technologie pozyskiwania z odpadów flotacyjnych zarówno kolektywnych jak i selektywnych koncentratów Zn i Pb (K. Cichy). Z materiału zawierającego średnio ok. 1,88% Zn i ok. 0,84% Pb uzyskano kolektywny koncentrat Zn-Pb o zawartości ok. 53,9% Zn i ok. 5,0% Pb z uzyskiem cynku wynoszącym ok 53,3% i ołowiu ok 11,0%, natomiast z materiału zawierającego średnio ok. 1,63% Zn i ok. 0,76% Pb uzyskano selektywny koncentrat blendowy zawierający ok. 48% Zn i ok. 1,5% Pb z uzyskiem cynku wynoszącym ok. 56,4%.

Opracowana technologia posiada istotne znaczenie dla poszerzenia bazy surowcowej Zn-Pb w oparciu o surowce odpadowe. Stanowi ona podstawę projektu zakładu wzbogacania odpadów uruchomionego w 2016 roku.

Podsumowanie

Działalność Zakładu Przeróbki Surowców Mineralnych i Utylizacji Odpadów od samego początku swego istnienia powiązana była ściśle z potrzebami przemysłu górnictwa metali nieżelaznych, a od lat siedemdziesią-

tych także przemysłu górnictwa węgla. To właśnie w Zakładzie tworzono podwaliny pod przyszłe technologie i założenia projektowe zakładów wzbogacania rud cynkowo – ołowionych i rud miedzi w nowych zakładach górniczych budowanych w latach 70-tych. W ramach technologii ważne miejsce zajmowały badania i wdrożenia nowych odczynników flotacyjnych. Dzięki bogatym doświadczeniom, jakie pracownicy Zakładu zdobyli w trakcie projektowania technologii i uruchamiania zakładów wzbogacania rud, w Zakładzie wykonano wiele prac i ekspertyz technologicznych na zamówienie zagranicznych zleciodawców. Zakład był również ośrodkiem badawczym, w którym prowadzono prace w zakresie doskonalenia urządzeń stosowanych w procesach wzbogacania kopalin ze szczególnym uwzględnieniem procesu flotacji, wzbogacania grawitacyjnego oraz klasyfikacji.

Na przestrzeni lat zakładem kierowali: mgr inż. Henryk Czarkowski (1952–1956), dr inż. Bogusław Seweryński (1967–1962), doc. mgr inż. Władysław Madej (1962–1975), mgr inż. Mirosław Ślusarek (1975–1991) oraz dr inż. Andrzej Wieniewski, prof. IMN od 1991– do chwili obecnej (2017).

Aktualnie zakład uczestniczy w szeregu dużych projektów badawczych w ramach przedsięwzięcia (programu) „CUBR”, (w nawiasie liderzy projektów):

- Innowacyjna technologia przygotowania rudy miedzi do flotacji z wykorzystaniem wysokoenergetycznych technik rozdrabniania (IMN)

- Opracowanie wysokoefektywnej technologii wzbogacania Polskich rud miedzi (Pol. Wroc.)
- Optymalizacja układów klasyfikacji w hydrocyklonach w procesie wzbogacania polskich rud miedzi (AGH)
- Nowe odczynniki zbierające do flotacji polskich rud miedzi (IMN)
- Opracowanie kompleksowej technologii aktywnego i pasywnego zabezpieczenia antykorozyjnego instalacji wzbogacania rud metali nieżelaznych (IMP)

Realizowany jest także w ramach programu GEKON duży projekt badawczy pn. „Bezodpadowa technologia przerobu hałd rejonu bytomskiego z pozyskaniem koncentratów dla produkcji Zn-Pb”.

Projekty realizowane są w ramach tworzonych konsorcjów składających się z różnych jednostek naukowo-badawczych i wyższych uczelni – Instytutu Metali Nieżelaznych, Instytutu Ciężkiej Syntezy Organicznej, Instytutu Mechaniki Precyzyjnej, Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN, Akademii Górniczo-Hutniczej, Politechniki Wrocławskiej, Politechniki Warszawskiej, Politechniki Gdańskiej, Uniwersytetu Jagiellońskiego. Stanowi to element integracji środowiska naukowego wychodzącego naprzeciw potrzebom gospodarki narodowej.

Literatura

1. Andrzej Wieniewski, Zbigniew Myczkowski Osiągnięcia i udział w rozwoju przeróbki surowców mineralnych i utylizacji odpadów instytutu metali nieżelaznych w gliwicach - DOI:10.15199/67.2017.9.1, Rudy i Metale Nieżelazne, 9 (2017)

Achievements and participation in development of mineral processing and waste utilization by Institute of Non-Ferrous Metals in Gliwice

The article presents the achievements of the Mineral Processing and Waste Utilization Department of the Institute of Non-Ferrous Metals in Gliwice, during the sixty five years of activity, beginning with the research conducted in the 1950s on the enrichment of copper and zinc and lead ores from Old Copper and Lead and Zinc Basin to the current research directions. The development of enrichment technology of currently exploited deposits: copper ore of LGOM and zinc and lead of Olkusz - Pomorzany region was presented. The development of the construction of both IZ and IF flotation machines takes a special place in this article. The technical characteristics of these machines and their distribution, including export, are given. New construction of HC 500/12° ZAM-IMN hydrocyclones was also mentioned. A number of enrichment technologies have been developed for domestic and foreign non-ferrous metal ores and waste materials. The research and implementation of new flotation reagents has been presented. The importance of action on the international scene has been emphasized. The Department of Mineral Processing and Waste Treatment of the Institute of Non-Ferrous Metals in Gliwice occupies a permanent place in the development of the non-ferrous metal industry and processing in Poland.

Keywords: Institute of Non Ferrous Metals, mineral processing, waste utilization