

**BIULETYN  
SPECJALNY**



**45 - LECIE**

**BIPROMET**

**KATOWICE  
1950 - 1995**



---

**Janusz Mrowiec**

**BIPROMET - yesterday, today and tomorrow.**

The historical sketch, Bipromet attainments during its 45 years existing are presented in this article. Its to-day is characterized here, against a background of the existing market. The strategy and Bipromet future are also enclosed, here.

---

**T. Gansdorfer, A. Płoskonka**

**The perspective source of raw materials of the Polish Zn and Pb ores mining.**

The review of all Zn and Pb ores deposits supplied documentary evidence and not managed, from the point of view of their use for the extractive industry is presented in this article. The perspective deposits were chosen and the possibilities of their management were proposed here.

---

**Sz. Gałązka, M. Rajczyk**

**Installation of demagnesianization of sulphide Zn concentrates in ZG "Trzebieńka" S.A.**

The section of demagnesianization of sulphide Zn concentrates made for use in 1994 in the Department Of Ore Dressing in ZG "Trzebieńka" S.A. is described in this article. The section petting in notion gives possibility of sulphide Zn concentrate production with its high quality (60-61% Zn, approx 0.12% Mg and approx 0.9% Ca). Most of the technological operations in this new section is automatized and trez are inspected by a programmable controller.

---

**E. Hoffman, R. Rychlicki, A. Szydełko**

**The automatic systems of the converter's.**

The automatic systems of the converter's gases forcing through process in the Copper Plant - H. M. "GLOGÓW I" are presented in this article.

The systems are realized with the aid of programming controllers and control desks.

The structure of the automatic system with using MODICON controllers and control desks with UNICELL software is described here.

---

**N. Langner**

**The use of the coolers made of copper in technology of the Copper Plant "Głogów"**

A development of the construction of the metal-ceramic coolers used in the metallurgical installation of the Copper Plant "Głogów" is presented in this article.

---

**S. Botor, H. Lis**

**"BIPROMET S.A. activity in the range of elaborations about air pollutions' extension.**

"Bipromet" S.A. attainments in the a/m range during 35 last years are presented in this article. One of the first computer programmes in Poland, for pollutoins emission and dust precipitation from emitors' systems calculation was designed and brought into practice in this Office. This program is used after many modifications, till now.

"Bipromet S.A. co-operates closely with the Warsaw Technical University. It bvrrought the effects in the elaboration of a methodics of pollutions emission calculation, based on the extened Pasquille model. This methodics takes into consideration real effects, which occur in an atmosphere, during the pollutions transport: chemical reactions, washing out by precipitations and dry sedimentation.

"Bipromet" S.A., as only one institution in Poland, executes calculations of the existing air pollutions' background. The background means the state of air pollution, which would be existing on a given area, if there were no analysed emitors systems.

---

**J. Glonek**

**Efficacy of one and multicompartment pulse filters regeneration.**

The fundamentals of the operation and construction of the puls filter are given.

One compartment puls filters create difficulties with dust cake removal. They need more intensive reverse air jet particularly for big pressuve drop through the filter bag, they should be appy in light conditions.

Multicompartment puls filter create favourable terms for dust cake removal an they can work in hard condition.

To protect against fluctuation of flow of flue gases numer of compartment must be calculated overcording to pressure drop through the whole installation.

---

**K. Kasprzyk**

**Problems of the effective management of water and sewage in non-ferrous metals industry.**

The questions of effective and economic management of water and sewage on an industrial plant area became a main problem last years.

Problems and advantages of water-sewage circulation's closures in the chosen plants of nonferrous metals industry: Aluminium Plant Konin and Będzin Plant are discussed in this report, contains proposals of directions of water-sewage management modernization in industrial plants, in the range of:

\* intensification of existing technologies of water and sewage treatment (polyelectrolytes, multiflux decanters).

\* investing in wasteless technologies

\* investing in a modern technology of water-sewage management (self-washing filters, velocity coolers)

\* optimalization of investing cycle duration

The presented proposal sketch of a new look at the problems of effective water management in non-ferrous metals industry plants should make the special services come the best decisions of solving their problems, easier.

---

**K. Flak**

**The modernization of rolling mills in the strip mill of the "Florian" Plant**

Some information about the modernization of rolling mills in the cold-rolling mill of the "Florian" Plant are given in this article. The modernization was based, among other things, on exchanging of mechanical settings of the rollers for hydraulic systems and on exchanging of electric power transmission systems on SCR.

---

**A. Zbiegini**

**Fine coal washing plant for the coal washing plant "Julian"**

In the report there are technical and economical aspects of washing fine coal on the example of Coal Washing Plant Julian Sp. z o.o., which has been completed. The plant was built on the basis of contract between Coal Wasching Plant Julian Sp. z o.o. and "Bipromet" S.A. in Katowice together with Central Investment Management as deliverer of technology and installation.

---

**Z. Wybraniec**

**Information technology in Bipromet activity.**

The history, current status and ways of development of information technology was presented. The proposal of some computer systems support and service for customers was also included.



# BIULETYN SPECJALNY

## 45 - LECIE

# BIPROMET

## KATOWICE 1950-1995

### SPIS TREŚCI

		str.
1. J.Mrowiec	Bipromet - Wczoraj, dziś i jutro.	1
2. T.Gansdorfer, A.Płoskonka	Perspektywiczna baza surowcowa polskiego górnictwa rud Zn i Pb.	3
3. Sz.Gałązka, M.Rajczyk	Instalacja odmagnezowania siarczkowych koncentratów cynkowych ZG "Trzebieonka" S.A.	9
4. E.Hoffman, R.Rychlicki, A.Szydełko	Automatyzacja procesu przetłaczania gazów konwertorowych.	11
5. N.Langner	Zastosowanie chłodziń miedzianych w technologii Huty Miedzi "Głogów"	17
6. S.Botor, H.Lis	Działalność "BIPROMET" S.A. w dziedzinie opracowań o rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń powietrza	20
7. J.Głonek	Skuteczność regeneracji filtrów pulsacyjnych jednokomorowych i wielokomorowych.	21
8. K.Kasprzyk	Problemy efektywnego gospodarowania wodą i ściekami w przemyśle metali nieżelaznych.	25
9. K.Flak	Modernizacja walcarek w Walcowni Taśm Huty "Florian"	26
10. A.Zbiegini	Instalacja wzbogacania miazła węglowego dla zakładu wzbogacania węgla "JULIAN" sp. z o.o.	28
11. Z.Wybraniec	Informatyka w działalności Biprometu	32









Dyr. mgr inż. Janusz Mrowiec, BIPROMET S.A.

# BIPROMET- W CZORAJ, DZIŚ I JUTRO

## Zarys historyczny

Decyzją Ministra Hutnictwa z dniem 1 stycznia 1950 r. powołane zostało w Katowicach Biuro Projektów Przemysłu Metali Nieżelaznych "Bipromet" jako technologiczno-konstrukcyjne zaplecze powstałego równocześnie Centralnego Zarządu Przemysłu Metali Nieżelaznych oraz Centralnego Zarządu Kopalnictwa Rud Metali Nieżelaznych.

Biuro podjęło - po okresie zniszczeń wojennych - prace projektowo-konstrukcyjne w zakresie głównie: - górnictwa rud miedzi, cynku i ołowiu

- hutnictwa cynku, ołowiu, miedzi, aluminium oraz metali towarzyszących

- przetwórstwa metali nieżelaznych i ich stopów.

W ciągu dwóch pierwszych lat istnienia Bipromet wchłonął praktycznie wszystkie rozproszone po zakładach pracy, szczególnie Górnego i Dolnego Śląska, zespoły konstrukcyjno-projektowe. Tak więc od 80 osób w chwili powołania, w 1955 r. zatrudnienie wyniosło 600 osób, zaś 10 lat później aż 1265 osób.

W historii Biprometu, na bazie jego projektantów i konstruktorów, powstało kilka nowych jednostek projektowych, które wniosły znakomitą kontrybucję w rozwój branży. Najważniejsze z nich (w porządku chronologicznym) to:

1958 r. - Biuro Projektów Kopalnictwa Surowców Chemicznych "Bipropok" w Chorzowie.

1967 r. - Zakład Badawczo-Projektowy Miedzi "Cuprum" w Wrocławiu (górnictwo przekazano w 1973 r.)

1976 r. - Biuro Projektów Przemysłu Maszyn Hutniczych "Hatmaszprojekt" w Katowicach.

Najważniejszym momentem, z punktu widzenia nie tylko przemian własnościowo-strukturalnych, był dzień 30 grudnia 1990r; kiedy to Bipromet uzyskał rejestrację sądową jako spółka akcyjna Kodeksu Handlowego. Realizację umowy leasingowej z Ministrem Przemysłu i Handlu, polegającą na wykupie środków trwałych i majątku dawnego biura państwowego, Spółka ukończyła najpóźniej w 1996 r.

## Dorobek i osiągnięcia

Nie będzie przesadą stwierdzić, że odzwierciedleniem działalności Biprometu, nie licząc aktywności zagranicznej, jest rozwój sektora metali nieżelaznych w kraju wraz z jego perspektywami w aktualnych warunkach gospodarki rynkowej.

Nie jest też intencją ani zamierzeniem autora tego artykułu przedstawiać listy referencyjnej, która siłą rzeczy i historii Biprometu jest długa i obfituje w liczne osiągnięcia. Jednak ocena dorobku nie powinna być jedynie zestawieniem wykonanych prac czy usług, to coś więcej. Taka ocena ma zawsze aspekty subiektywne: albo odbiorcy tych prac, albo ich wykonawcy.

Zainteresuje, być może, Czytelników to, co pracownicy Biprometu uważają za osiągnięcia godne podkreślenia w ich mniemaniu, w ich odczuciu czy autorskiej opinii.

W pierwszej dekadzie działalności dominowały znaczeniem projekty z zakresu górnictwa: wydobycia rud i ich wzbogacania. Odnosi się to przede wszystkim do kopalń rud cynkowo-ołowiowych: Bolesław, Waryński, Chrzanów, Trzebieńka, Olkusz.

Jeśli chodzi o kopalnie rud miedzi, to doprowadzono do odtopienia, rekonstrukcji i wznowienia eksploatacji kopalń "Lena" i "Konrad", projektów i budowy nowych kopalń "Nowy Kościół" i "Lubichów", zaś w 1959r. rozpoczęto prace nad zagospodarowaniem nowoodkrytych złóż rud miedzi w Zagłębiu Legnicko-Głogowskim.

Hutnictwo uzyskało w tamtych czasach pierwsze znaczące obiekty, które rozpoczęły dynamiczny rozwój miedzi w latach późniejszych. Najpierw w 1952 r. rozpoczęła produkcję miedzi konwertorowej pilotowa Ogniowa Huta Miedzi w Trzebini, by w 1959 r. ustąpić miejsca Hucie Miedzi w Legnicy.

Projekty w zakresie przetwórstwa największą koncentrację uzyskały w "Hutmen" Wrocław (miedź i jej stopy, złomy) oraz prasowni i walcowni folii aluminiowej w Kętach.

Dekada lat 1960-tych rozpoczęła, trwając do dziś okres współpracy z czołowymi firmami zagranicznymi na rzecz inwestycji krajowych.

Nie dotyczy to jednak prac projektowych górniczych, które bazowały na osiągnięciach krajowej nauki. W górnictwie rud cynkowo-ołowiowych i miedziowych opracowywano rozbudowę i modernizację kopalń i zakładów wzbogacania, jednak do osiągnięć wyższej kategorii zaliczyć można rozpoczęcie projektu kopalni i zakładu wzbogacania rud Zn-Pb "Pomorzany" (ukończenie projektu przejął ZBP "Cuprum", zaś uwieńczeniem wysiłków było uruchomienie w 1968/69 dwóch wielkich kopalń i zakładów wzbogacania rud miedzi "Lubin" i "Polkowice".

W hutnictwie lata 1960-te, to przede wszystkim Huta Cynku "Miasteczko Śl." z technologią pieca szybowego angielskiej firmy Imperial Smelting Processes oraz huta aluminium w Koninie z elektrolizerami francuskiej firmy Pechiney, a także projektowanie nowej huty miedzi w Głogowie w oparciu o polskie rozwiązania czy metalurgii proszków i wyrobów spiekanych w Trzebini.

W dziedzinie przetwórstwa, to głównie zakład przerobu złomu i nowa walcownia folii Al w Kętach, odlewnia stopów i walcownia w HA "Konin" oraz nowa odlewnia, prasownia i ciągnia miedzi w Dziedzicach.

Rozpoczęła się również w tamtym okresie eksportowa aktywność Biprometu. Realizacja kompleksowych dokumentacji rektyfikacji cynku i kadmu dla Rumunii i Jugosławii czy huty tlenku cynku dla Ammi-Sarda we Włoszech, to najlepsze przykłady tej działalności.

Kiedy w 1973 r. nastąpiło ostateczne przekazanie całego pionu górniczego do "Cuprum" projektowanie kopalń i zakładów przeróbki mechanicznej przemysłu metali nieżelaznych zostało skoncentrowane w tej jednostce. Bipromet zachował jednak do dnia dzisiejszego pewien potencjał projektowy w odniesieniu do kopalnictwa rud Zn-Pb.

W latach 1970-tych działalność Biprometu, wskutek autokrytycznych odgórných decyzji władz, musiała zogniskować się tylko na hutnictwie i przetwórstwie metali nieżelaznych.

Projektowy wysiłek w hutnictwie został zdominowany przez II etap budowy HM "Głogów" I, a przede wszystkim przez implementację - na bazie licencji fińskiej firmy Outokumpu -prototypowej technologii jednostadialnego wytopu miedzi w piecu zawieszinowym. Szczególną satysfakcję dało zaprojektowanie II kompleksu pieca szybowego w HC "Miasteczko Śl.", gdzie wykorzystano z powodzeniem doświadczenia z eksploatacji pierwszej instalacji licencyjnej. Hutnictwo cynku i ołowiu otrzymało w ten sposób bardzo sprawny i skuteczny ciąg technologiczny do eksploatacji.

Bogate były inwestycje w przetwórstwie, które objęły prawie wszystkie zakłady branży, jednak w pamięci pracowników Biprometu zapadła budowa walcowni bruzdowej miedzi, odlewnia wałków i tulei z miedzi i stopów, odlewnia i walcownia blach i taśm z miedzi i stopów w HMN "Szopienice". Pracującą do chwili obecnej bezwlewkowa walcownia miedzi typu Contirod w HM "Cedynia" ma również swoje miejsce w tradycji Biprometu. Historyczne znaczenie dla Warszawy miało uruchomienie nowego zakładu przetwórstwa miedzi w miejsce starego, zlikwidowanego w centrum miasta (obecnie Norblin S.A.). W latach dekady 1971-1980 r. działalność projektowa w eksporcie skierowana była głównie na Indie, na rozbudowę hutnictwa cynku i ołowiu. Pod koniec lat 70-tych ukończono projekt wydziału konwertorów wraz z instalacją odpylania gazów w brazylijskiej Hucie Miedzi "Caraiba Metais". Produkcję tę uruchomiono i oddano do rozruchu w 1983 r. a parametry projektowe zostały osiągnięte już w pierwszych 6 miesiącach eksploatacji.



Lata 1970-te zapisały się ponadto znacznymi osiągnięciami w usługach projektowych w zakładach przetwórstwa aluminium w Iraku, które niestety zostały przerwane działaniami wojennymi w tamtym rejonie świata. Hutnictwo miedzi odniosło w tym czasie sukcesy także w Indiach, gdzie w hucie Khetri wdrożono szereg krajowych rozwiązań, a w austriackiej hucie Brixlegg zaprojektowano system Mount Isa w procesie elektorafinacji.

Na arenie krajowej, to przede wszystkim opanowywanie, wspólnymi krajowymi siłami, niedopracowanej fińskiej technologii wytopu miedzi w piecu zawieszonym. Wiele wysiłku i satysfakcji przyniosły prace projektowe w HM Legnica (fabryka kwasu siarkowego, modernizacja konwertorów, modernizacja elektorafinacji).

Wykonano szereg opracowań rekonstrukcyjnych w hutach cynku i aluminium.

W przetwórstwie metali nieżelaznych i ich stopów najczęściej obecność projektantów Biprometu widoczna była w WM "Dziedzice, ZM "Skawina", Hucie "Oława" czy WM "Łąbędy".

W ostatniej dekadzie obecnego wieku prace Biprometu koncentrowały się głównie na opracowaniach i zamierzeniach restrukturyzacyjnych przemysłu metali nieżelaznych. Rozpoczęto także okres wychodzenia poza tzw. tradycyjną branżę, która w okresie silnej recesji gospodarczej dotkliwie zmniejszyła działalność inwestycyjną. Stąd pojawiły się nowe realizacje inwestycyjne Biprometu w przetwórstwie stali, wzbogacaniu miedzi węglowego, czy hutnictwie szkła. Począwszy od 1994 r. odnotować można, nasilający się widoczny proces działań restrukturyzacyjnych w hutnictwie przede wszystkim miedzi (KGHM Polska Miedź S.A.) i przetwórstwie aluminium (HA Konin S.A., ZML Kęty S.A.).

W II połowie lat 1990-tych spodziewany jest znaczny wysiłek skierowany na modernizację hutnictwa cynku i ołowiu, nie wyłączając przerobu zużytych akumulatorów ołowionych czy instalacji ocynkowniczych.

### Charakterystyka rynku-dzień dzisiejszy Biprometu

Tradycyjnie najsilniejszą pozycję na krajowym rynku usług projektowych i inżynierskich Bipromet zajmuje w branży metali nieżelaznych: hutnictwie i przetwórstwie metali, a częściowo w górnictwie cynku i ołowiu.

W ostatnich latach warunki funkcjonowania przedsiębiorstw przemysłowych w systemie gospodarki rynkowej i przy często zmieniających się regulacjach gry ekonomicznej nie są łatwe.

Jednakże powrót do "przywoitych" cen metali nieżelaznych (może z wyjątkiem cynku) umożliwił wielu inwestorom podejmowanie śmiałych decyzji rozwojowych.

Badania polskiego rynku u tradycyjnych i nowych odbiorców wskazują na rosnący popyt na metale nieżelazne. Takie pośrednio korzystne uwarunkowania powodują rosnące wymagania klientów.

Oni to właśnie narzucają, często z uzasadnionego braku własnych służb inwestycyjnych, bardziej rozwinięty model realizacji przedsięwzięć. Najczęściej jest to kompleksowa obsługa formalno-ekonomiczno-projektowa wraz z komplectacją dostaw, a także generalna realizacja inwestycji w trybie "pod klucz". Częstym zjawiskiem na krajowym rynku inwestycyjnym jest obecność firm zagranicznych, z którymi konkurencją bywa zastępowana współpraca o charakterze komplementarnym.

Bipromet w tym krajobrazie znajduje swoje miejsce oferując szeroki wachlarz konsultacji, ekspertyz, prac prywatyzacyjnych, usług projektowych, nadzorów autorskich, komplectacji maszyn i urządzeń, pełnej realizacji inwestycyjnej.

Szczególne znaczenie dla Biprometu ma udział w pracach prywatyzacyjnych i restrukturyzacyjnych zakładów przemysłu metali nieżelaznych - nie zapominając jednak o innych działach przemysłu. Gospodarka rynkowa daje także inne możliwości przysądów finansowych.

### Inwestycje

Najważniejszą inwestycją Biprometu jest realizacja 6-letniej umowy leasingowej z Ministrem Przemysłu i Handlu, na podstawie której nastąpi przeniesienie własności, majątku i aktywów na rzecz Spółki.

Jest to inwestycja niejako przymusowa, pochłaniająca znaczne środki, które mogłyby być skierowane na inne bardziej pilne cele. Takim celem jest przede wszystkim powszechna komputeryzacja prac projektowych, planistycznych i zarządzania finansami.

Z aktualnych inwestycji kapitałowych chciałbym wymienić objęcie większościowego pakietu udziałów w nowoutworzonej spółce Bipromet - Ecosystem Sp. z o.o.

W ramach realizowanej strategii następuje stopniowe wycofywanie się z operacji na GPW w Warszawie na rzecz innych

operacji finansowych. Dla realizacji ambitniejszych inwestycji rozważane jest podwyższenie kapitału akcyjnego.

### Rola i znaczenie sektora metali nieżelaznych

Krajowy sektor metali nieżelaznych składa się aktualnie z ponad 30 kopalń, hut i zakładów przetwórczych miedzi, cynku, ołowiu, aluminium i ich stopów oraz metali półszlachetnych i szlachetnych. Produkcja tego sektora oparta jest, z wyjątkiem aluminium, na surowcach krajowych.

Aktualne moce produkcyjne wynoszą:

- 415 tys. t/r miedzi elektrolitycznej
- 160 tys. t/r cynku metalicznego i przetworzonego
- 70 tys. t/r ołowiu rafinowanego i przetworzonego,
- 200 tys. t/r aluminium, jego stopów i wyrobów
- 110 tys. t/r wyrobów z miedzi i jej stopów
- 950 t/r srebra.

Aktualne zatrudnienie wynosi ok. 50 tys. osób.

### Mocne strony sektora:

- produkcja oparta o własną bazę surowcową (z wyjątkiem aluminium),
- wele asortymentów o najwyższych standardach światowych,
- silna pozycja eksportowa,
- dobra i doświadczona kadra,
- ugruntowany rynek krajowy i zagraniczny.

### Słabe strony:

- perspektywicznie malejąca baza surowcowa,
- niski stopień wykorzystania i zawrotu surowców wtórnych,
- w kilku przypadkach przestarzałe technologie i wyeksploatowane urządzenia,
- nie doinwestowanie w podstawowej działalności,
- ciągle za wysokie koszty produkcji,
- nadmierne zatrudnienie,
- niedostatki w zarządzaniu i wadliwa struktura własności.

Sektor ten w całości zaspokaja krajowe zapotrzebowanie na miedź, cynk i ołów, natomiast w przypadku aluminium występuję znaczny import tego metalu.

Udział podstawowych krajowych metali nieżelaznych w produkcji światowej mieści się w granicach 2,8 do 4,0%.

Z tej krótkiej charakterystyki wynikają przesłanki dla perspektywicznej działalności Biprometu.

### Strategia i perspektywa dla Biprometu.

Aktualne potrzeby najważniejszej dla Biprometu branży motywują do intensyfikacji działań w dziedzinie jak najpełniejszych usług inżynierskich i obrotu towarowego z tym związanego.

W coraz większym stopniu oferta Spółki będzie skierowana na rynki zagraniczne, gdzie uzyskać można zdecydowanie lepsze wskaźniki rentowności /ceny/, niż w kraju.

Odmłodzenie wiodącej kadry projektantów i konstruktorów jest zadaniem, od którego zależeć będzie kontynuacja dobrych tradycji Biprometu.

Podstawowy profil działalności skoncentrowany będzie w przemyśle metali nieżelaznych, krajowym i zagranicznym, chociaż niewybaczalnie byłoby rezygnowanie z aktywności w innych branżach.

Ponadto tzw. "eksport wewnętrzny" znajdzie odpowiednie odzwierciedlenie w wysiłkach Biprometu. Umowy kooperacyjne ze znanymi światowymi firmami inżynierskimi są drogowskazem godnym kontynuowania i dalszego rozwijania, szczególnie z punktu widzenia unowocześnienia krajowych rozwiązań.

### Podsumowanie

Poruszone, w ujęciu subiektywnym, niektóre sprawy związane z historią, dorobkiem, dniem dzisiejszym i perspektywami na tle głównie branży metali nieżelaznych, nie wyczerpują, rzecz jasna, całej problematyki działalności Biprometu. Można wyrazić przekonanie, że dotychczasowe 45-letnie dokonania i aktualny potencjał stanowią silną podstawę do dalszej, skutecznej i pomyślnej działalności Biprometu.



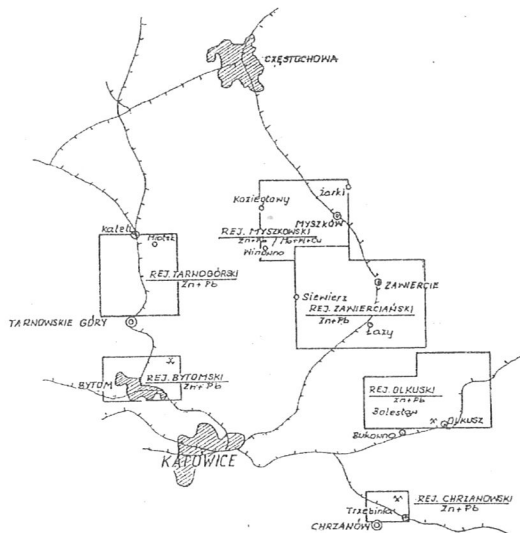
# PERSPEKTYWICZNA BAZA SUROWCOWA POLSKIEGO GÓRNICTWA RUD Zn i Pb

W artykule dokonano przeglądu wszystkich udokumentowanych i niezagospodarowanych złóż rud Zn i Pb pod kątem ich przydatności dla przemysłu wydobywczego. Wytypowano złoża perspektywiczne i zaproponowano możliwości ich zagospodarowania.

## 1. Wstęp

Polskie górnictwo rud cynkowo-ołowiowych znajduje się w trudnej sytuacji co wynika z uwarunkowań zewnętrznych oraz z braku perspektyw wydobywczych. Trzy czynne kopalnie dając wydobyte na poziomie 4,5 mln ton/rok pokrywają krajowe zapotrzebowanie na cynk jednak ich udostępnione zasoby pozwolą na prowadzenie działalności wydobywczej jeszcze przez 6 - 7 lat. Jednocześnie niskie ceny rynkowe cynku nie pozwalają na wypracowanie dużych środków na nowe inwestycje surowcowe. Jeśli sytuacja rynkowa nie ulegnie poprawie początek XXI wieku będzie jednocześnie końcem krajowego górnictwa rud cynkowo-ołowiowych. Szansą na podtrzymanie działalności wydobywczej rud Zn i Pb są dotąd niezagospodarowane złoża. Czy można na nich budować przyszłość naszego górnictwa rudnego i w jakim stopniu, oto jest pytanie, na które postarają się odpowiedzieć autorzy tego artykułu.

## 2. Rejony występowania złóż rud siarczkowych Zn i Pb.



Rejony występowania złóż rud Zn i Pb

Po odkryciu w roku 1952 bogatego złoża rud siarczkowych rowie tektonicznym Bolesławia do lat osiemdziesiątych prowadzono intensywne poszukiwania za tymi rudami na dużym obszarze między Olkuszem, a Częstochową. Efektem tych poszukiwań było udokumentowanie lub częściowe rozpoznawanie 19 złóż. Złoża te leżą w czterech rejonach:

olkuskim, zawierciańskim, myszkowskim i tarnogórskim.

W rejonie olkuskim udokumentowano 9 złóż z czego na dwóch najbogatszych Olkusz i Pomorzany wybudowano dwie kopalnie, które prowadzą działalność wydobywczą do tej pory.

Pozostałych siedemnaście złóż nie zagospodarowano. Złoża rozmieszczone są w następujących rejonach:

### Rejon olkuski - 7 złóż

- Klucze, Olkusz-Podpoziom, Laski, Krzykawa, Sikorka,

Chechło, Jaroszwiec - Pazurek.

### Rejon zawierciański - 6 złóż

Zawiercie I, Zawiercie II, Rodaki-Rokitno, Marciszów, Gołuchowice, Poręba.

### Rejon myszkowski - 2 złoża

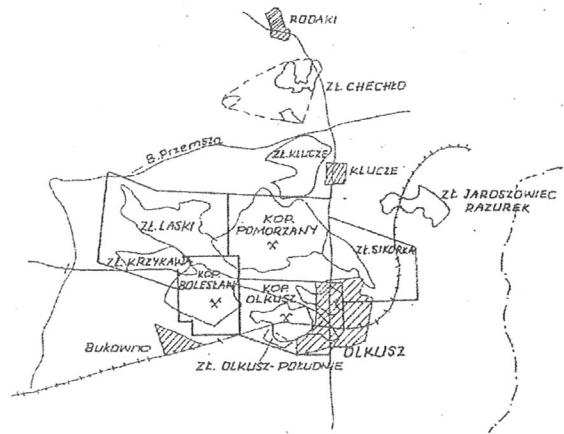
Zarki i Winowo-Będusze.

### Rejon tarnogórski - 2 złoża

Bibiela - Kalety i Miotek - Zielone.

## 3. Charakterystyki złóż

### 3.1. Złoża rejonu olkuskiego



Złoża i kopalnie rejonu olkuskiego.

### Złoże "Klucze"

Przedłużeniem złoża "Pomorzany" w kierunku północnym jest złożo "Klucze" udokumentowane w roku 1974 w kat. C1 i C2.

W roku 1992 wykonano nową dokumentację w oparciu o dodatkowe wiercenia, a zasoby obliczono według nowych kryteriów bilansowości z 1992 roku. Budowa złoża jest bardzo skomplikowana i nieregularna na co składa się bogata tektonika oraz bardzo silnie rozwinięty kras w utworach triasu i dewonu. Częstym zjawiskiem jest kras zawałowy. Okruszczowanie bilansowe występuje w dolomitach kruszczonośnych triasu i w megabrekcjach oraz w dewonie.

Złoże w triasie udokumentowano w kat. C1, a w megabrekcjach i w dewonie w kat. C2.

Średnia miąższość złoża w kat. C1 wynosi 4,2m, a w kat. C2 19m

Średnie okruszczowanie w zasobach bilansowych w kat. C1 wynosi 5,5% Zn i 2,9% Pb, a w kat. C2 4,8% Zn i 1,5% Pb.

Średnie utlenienie rudy wynosi 0,7% ZnO i 0,6% PbO.

Ciała rudne zalegają na głębokość od 57 m do 470 m czyli od + 250 m npm do - 270 m npm.

Zasoby statyczne wody w czwartorzędzie w triasie szacuje się na 109 mln m<sup>3</sup>. Dopływy dynamiczne oszacowano na 26 m<sup>3</sup>/min, a wypływy punktowe w granicach 45 - 50 m<sup>3</sup>/min.

Zasoby geologiczne bilansowe wynoszą 10 439 tys. ton rudy z czego do rzędnej + 192 m npm poziomu wydobywczego kop. Pomorzany zalega 5747 tys. ton.

Złoże leży w granicach Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych.

## Złoże Olkusz - Podpoziom

Jest to nieudostępniona część złoża kop. Olkusz i stanowi najbardziej obniżoną jednostkę strukturalną w obrębie głównego rowu tektonicznego. Z uwagi na rozwiniętą tektonikę budowa złoża jest skomplikowana. Bilansowa część złoża praktycznie ze wszystkich stron ograniczona jest uskokami, (zasoby bilansowe zalegają w interwale 126 m + 113,0 m do + 239,4 m npm). Złoże kaskadowo zapada z północy w kierunku południowym. Stopień rozpoznania odpowiada kategorii C1. Stwierdzone zasoby bilansu wynoszą 4,07 mln ton rudy o zawartości 4,6% Zn i 1,8% Pb w tym do poz. + 180 zalega 60% zasobów o zawartości 4,7% Zn i 2,9% Pb. Okruszczenie minerałem siarczkowym występuje w dolomitach kruszczośnych. Złoże jest zawadnione, zwierciadło wody znajduje się na rzędnej + 269 m npm. Ustabilizowany dopływ dynamiczny wyniesie 20 - 25 m<sup>3</sup>/min, a w czasie udostępnienia złoża może osiągnąć 30 - 40 m<sup>3</sup>/min.

## Złoże Laski

Złoże jest przedłużeniem złoża Pomorzany w kierunku zachodnim. Zostało rozpoznane w kategoriach B i C1. Koncentracja kruszców występuje głównie w dolomitach kruszczośnych. Złoże jest niejednolite pod względem rozmieszczenia ciał rudnych i ich wielkości, które składają się głównie z rud siarczkowych o niskim stopniu utlenienia. Powierzchnia bilansowa wynosi 1,25 km<sup>2</sup>. Średnia grubość warstw rudnych wynosi 3,9 m. Około 40% zasobów ma miąższość tylko 2 m w pojedynczej warstwie, Ciała rudne zalegają na głębokości 92 - 160 m. od powierzchni. Górnotwór jest zawadniony, spękany i kawernisty. Zasoby geologiczne, bilansowe wynoszą 11,15 mln ton rudy zawierającej 3,1% Zn i 0,5% Pb. Złoże występuje przeważnie pod terenami niezabudowanymi. Część złoża leży w granicach Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych.

## Złoże "Krzykawa"

Złoże "Krzykawa" udokumentowane w kat. C1. Kształt jego jest nieregularny - wielobok wydłużony równoleżnikowo stanowiący właściwie przedłużenie złoża "Bolesław" w kierunku zachodnim, Mineralizacja cynkiem i ołowiem występuje w triasie, głównie w dolomitach kruszczośnych, lokalnie również w recie. Forma złoża, na które składają się nieregularne gniazda, skupienia i żyły, charakteryzuje to złoże jako bardzo niejednolite pod względem rozmieszczenia, wielkości oraz kształtu ciał rudnych, co dodatkowo komplikują zaburzenia tektoniczne. W złożu występują dwa rodzaje rud: siarczkowa i tlenkowa.

Główne parametry złoża przedstawiają się następująco:

- powierzchnia bilansowa wynosi 3,929 km<sup>2</sup>,
  - miąższość złoża mała, zmienna; średnia dla całego złoża bilansowego wynosi 3,1 m licząc oddzielnie poszczególne interwały rudne, oddzielone w pionie przerostem negatywnym lub rudą pozabilansową,
  - spąg złoża występuje na głębokości od 50 - 200 m. Ogólnie spąg złoża obniża się z północy w kierunku południowym.
  - zawartość metali w rudzie bilansowej wynosi średnio 3,0% Zn i 0,5% Pb.
- Górną część złoża eksploatuje kop. Bolesław, zasoby w tej części są na wyczerpaniu.

## Złoże "Chechło"

Złoże zalega na północ od złoża Klucze, jest rozpoznane w kat. C2. Składa się z trzech gniazd rudnych, z których dwa występują w triasie w dolomitach kruszczośnych, a jedno w środkowym dewonie. Udokumentowano 51% zasobów w triasie, a 49% w dewonie. Forma występowania złoża w dewonie jest jeszcze mało znana. Zasoby pewne złoża Chechło ograniczają się na razie do dolomitów kruszczośnych tj. do około 5,0 mln ton. Spąg złoża bilansowego w dolomitach kruszczośnych występuje na głębokości od 140 do 200 m npm, a w dewonie od 290 do 310 m. Średnia miąższość złoża w triasie i dewonie wynosi 4,1 m, przy czym w triasie 2,1 m a w dewonie 10,1 m, maksymalna w triasie 4,8 m i 2 dewonie 30,7 m. Zawartość metali w rudzie w zasobach geologicznych przedstawia się następująco:

dolomity kruszczośne	2,4 % Zn i 0,8 % Pb
dewon	5,9 % Zn i 5,5 m Pb
Razem	4,2 m Zn i 3,1 % Pb

Zasoby bilansowe wynoszą 10,15 mln ton. Warunki górniczo geologiczne podobne jak w złożu Klucze.

## Złoże "Sikorka"

Złoże to przylega bezpośrednio do złoża "Pomorzany" od strony wschodniej. Charakteryzuje się bardzo dużą zmiennością i rozproszeniem zasobów i na tej podstawie kwestionowana jest jego wartość przemysłowa.

Charakterystyka parametrów Złoża:

- powierzchnia całkowita wynosi 2,2 km<sup>2</sup> w tym złoża bilansowego 0,7 km<sup>2</sup>
- miąższość złoża jest zmienna i waha się od 2,0 - 7,5 m, średnio wynosi 3,8 m
- złoże występuje w dolomitach kruszczośnych (90 % zasobów) i w wapieniach gogolińskich) 10 %
- spąg złoża obniża się (ogólnie biorąc) w kierunku północnym. Wysokość spągu złoża waha się od 231,8 do 296,7 m npm. średnio 264 m npm, a zatem różnica w położeniu spągu wynosi 65 m
- zawartość metali - cynk stanowi 6,3% zasobów metalu w złożu a jego zawartość waha się od 1,9 do 8,7%, średnio 4,4% Zn. Zawartość ołowiu waha się od 2,0 do 8,6%, średnio 4,2% Pb
- rodzaj i charakter rudy - w złożu przeważają rudy siarczkowe udział ich w zasobach wynosi 62,9% następnie rudy ołowiane siarczkowe - 27,3 %, a rudy utlenione stanowią 9,7% zasobów. Zasoby bilansowe wynoszą 3,73 mln ton rudy. Złoże bardzo zawadnione.

## Złoże "Jarosławiec - Pazurek"

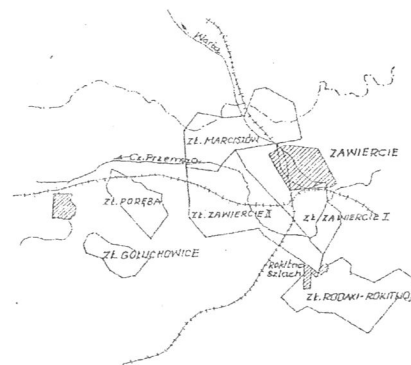
Złoże leży w obrębie rowu tektonicznego Klucze-Pazurek, w odległości około 4 km w kierunku północno-wschodnim od złoża "Pomorzany".

Jest to najmniejsze pod względem zasobności złoże w rejonie olkuskim. Budowa złoża jest skomplikowana. Złoże bilansowe, rozpoznane tylko pięcioma otworami, występuje w dolomitach kruszczośnych, w warstwach karchowickich, gogolińskich i w dewonie. Charakterystyka głównych parametrów złoża przedstawia się następująco:

- powierzchnia złoża bilansowego wynosi 1,2 km<sup>2</sup>
- miąższość złoża od 2,0 do 6,7 m, średnio 4,1 m
- złoże składa się przeważnie z jednego horyzontu rudnego (poza dewonem)
- spąg złoża jest bardzo zróżnicowany, zarówno w dewonie jak i triasie; w dewonie napotkano złoże bilansowe najniżej na głębokości + 146,6 m npm, w triasie od + 223,3 do + 290,2 m npm. Maksymalna różnica położenia spągu złoża wynosi 153,6 m. Złoże rozpoznane jest w kat. C2.

Decyzją Komisji Zasobów Kopalni z listopada 1988 r. zostało zakwalifikowane jako pozabilansowe. Zasoby geologiczne wynoszą 14,7 mln t. rudy o zawartości 1,6% Zn i 1,4% Pb.

## 3.2. Złóża rejonu zawierciańskiego



Złóża rejonu zawierciańskiego

Rejon zawierciański jest przedłużeniem rejonu olkuskiego w kierunku północnym. Okruszczenie cynkiem i ołowiem występuje tu głównie w spągowej partii dolomitów kruszczośnych, a niekiedy również w wapieniach gogolińskich oraz w dewonie. Prawie na całym obszarze dolomity przykrywa gruba, izolująca warstwa utworów ilastych kajpru oraz piaski czwartorzędowe.



Wyjątek stanowią okolice Gołuchowic gdzie wychodnie triasu przykryte są czwartorzędem.

Zwarta grupa sześciu złóż tego rejonu do niedawna była potencjalną bazą surowcową przemysłu cynkowo-olowiowego.

#### Złoże Zawiercie I

Jest to złoże największe, najbogatsze i najlepiej rozpoznane ze wszystkich złóż tego rejonu. Złoże udokumentowano w kat. C1 w oparciu o dane z 400 otworów odwierconych w siatce 200x200 m oraz ze 108 otworów zagęszczających.

Złoże ma budowę bardzo skomplikowaną i nieregularną. Miąższość warstw rudnych wynosi 2 / 13 m z przewagą warstw średniej i małej miąższości. Główna masa rudy zalega na głębokości od 60 do 130 m od powierzchni.

Ruda siarczkowa Zn i Pb stanowi 99,0% całości zasobów. Spotyka się w niej baryt, srebro, kadm oraz siarczki żelaza. Górnotwór jest spękany, szczelinowaty i kawernisty i bardzo mocno zawodniony.

Zasoby statyczne wody szacuje się na 180 mln m<sup>3</sup>.

Dopływy dynamiczne przewidywane są w granicy 80 m<sup>3</sup>/min.

Złoże leży w obszarze zlewni dwóch rzek Warty i Czarnej Przemszy w bezpośrednim sąsiedztwie miasta Zawiercie, a częściowo pod jego zabudową.

Pogląd na wielkość zasobów uległ zmianom. Zasoby geologiczne, bilansowe w pierwszej dokumentacji oszacowano na 34 mln ton rudy o zawartości 4,9% i 1,8% Pb.

Po wykonaniu otworów zagęszczających w oparciu o kryteria z 1975 r., OG Kraków dokonało korekty obliczeń otrzymując zasoby bilansowe w ilości 19 mln ton z zawartością 4,2% Zn i 1,5% Pb.

Według obliczeń wyk. w Bipromecie S.A. zasoby przemysłowe złoża wynoszą 16,6 ton rudy zawierającej 6,11% Zn i 2,2% Pb, liczone z minimalnej furcie 3 m.

Podobny wynik zawiera opracowanie Qutokumpu z 1991 roku, 16 mln ton rudy o zawartości 6,2% Zn i 2,4% Pb.

Cechą charakterystyczną rudy zawierciańskiej jest bardzo niskie utlenienie i doskonała wzbogacalność.

Teren nad złożem pokrywają uprawy leśne i ziemie orne. Przez środek obszaru przebiega linia kolejowa Katowice-Warszawa z odgałęzieniami. Wschodnia część złoża leży w granicach Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych.

#### Złoże Zawiercie II

Złoże Zawiercie I i Zawiercie II oddziela uskok zrzucający o 90 m w kierunku południowym utwory triasu w obszarze złoża Zawiercie II.

Forma i budowa złoża oraz warunki górniczo-geologiczne w obu złożach są podobne. Mineralizacja występuje w spągu dolomitów kruszczoonych w formie gniazd i przedpokładów małej i średniej miąższości 2,0 - 10,8m

Bilansowe warstwy rudne zalegają na głębokości od 150 do 220 m. Ciała rudne są bardzo rozproszone, Ruda zawiera wyłącznie minerały siarczkowe cynku i ołowiu. Złoże jest słabo rozoznane do kategorii C2 i D1

W kat. C2 udokumentowano 6,6 mln ton rudy zawierającej 3,2% Zn, i 0,8% Pb, a w kat. D1 29,5 mln ton o zawartości 1,8% Zn i 3,7% Pb.

Na powierzchni znajdują się uprawy rolno-leśne oraz zabudowania kilku miejscowości.

#### Złoże Gołuchowice

Złoże znajduje się w odległości około 5 km na zachód od złoża Zawiercie II

Okruszcowanie występuje w dolomitach kruszczoonych na głębokości od 24 - 90 m wielowarstwowo. Średnia miąższość warstw wynosi 3,3m. Ruda ma charakter wybitnie siarczkowy. Górnotwór jest spękany i zawodniony.

Dopływy dynamiczne szacuje się na 35 m<sup>3</sup>/min.

Złoże udokumentowano w kat. C1 i C2.

Zasoby geologiczne bilansowe w kat. C1 wynoszą 15,7 mln ton z zawartością 3,9% Zn i 0,8% Pb, a w kat. C2 3,1 mln ton z zawartością 3,4% Zn i 0,5% Pb.

Nad złożem znajdują się tereny rolniczo-leśne oraz zabudowania wsi Gołuchowice.

#### Złoże "Rodaki-Rokitno"

Złoże to graniczy od północy z obszarem złoża "Zawiercie II". Budowa geologiczna obszaru nie odbiega od reszty obszarów złożowych rejonu zawierciańskiego.

Główny poziom okruszcowania w dolomitach kruszczoonych - 69% zasobów i w dewonie - 25% zasobów. Spąg złoża występuje na głębokości od 300 m do 70 m od powierzchni.

Złoże wykształcone jest w formie nieregularnych gniazd i soczewek o małej miąższości/głównie w przedziale 2 do 3 m/.

Ruda ma charakter siarczkowy.

Złoże jest słabo zbadane, dawna kat. C2. Zasoby wynoszą 30,7 mln ton rudy o zawartości 3,5% Zn i 1,0% Pb. Całe złoże leży w granicach Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych.

#### Złoże "Marciszów"

Złoże "Marciszów" jest przedłużeniem "Zawiercia I" w kierunku północnym, oraz najdalej na północ wysuniętym obszarem kruszczoowym w tym rejonie.

Okruszcowanie cynkiem i ołowiem występuje głównie w triasie (w tym 90% zasobów w dolomitach kruszczoonych) i podrzędnie tylko w dewonie (2,8% zasobów).

Jest to złoże rud siarczkowych kruszczoonych i podrzędnie tylko w dewonie (2,8% zasobów).

Jest to złoże rud siarczkowych cynku (79% zasobów) i rud siarczkowych ołowiu (21% zasobów), o bardzo niskim stopniu utlenienia tj, 1,8% związków cynku i 5,8% dla ołowiu,

Złoże udokumentowano w kat. C2.

Zasoby geologiczne bilansowe wynoszą 24,3 mln ton.

Średnia zawartość metali w rudzie bilansowej wynosi 2,7% Zn - 1,5% Pb.

Miąższość rudy bilansowej w złożu wynosi średnio 3,3 m.

Okruszcowanie występuje często w kilku interwałach na głębokości od 98,8 m do 208,7 m w triasie i od 142,0 m do 228,5 m w dewonie.

#### Złoże "Poręba"

Złoże zostało udokumentowane w 1976 roku, a w świetle aktualnych wymogów stopień rozpoznania tego złoża nie jest wystarczający dla kat. C2, w obszarze tym nie został wykonany pełny zakres badań.

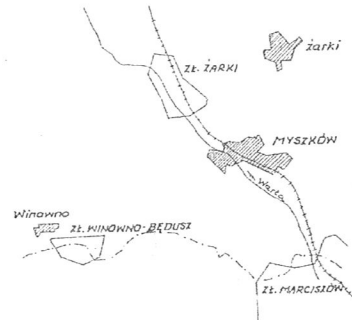
Złoże "Poręba" występuje w triasie i dewonie. Charakteryzuje się dużą zmiennością pod względem rozmieszczenia, stopnia koncentracji metalu i wykształcenia.

Ruda ma charakter siarczkowy, bardzo małą miąższość (poniżej 1,5 m).

W świetle aktualnych, niepełnych wiadomości o złożu uważane za nieprzemysłowe.

Zasoby oszacowano w ilości 9,8 mln ton rudy zawierającej 3,8% Zn i 4,1% Pb.

### 3.3 Złoże rejonu myszkowskiego



Złóża rejonu myszkowskiego

W wyniku wieloletnich prac badawczych Instytutu Geologicznego w Warszawie w okolicach Myszkowa wyznaczono sześć obszarów o podwyższonej mineralizacji cynkowo-olowiowej - Żarki, Winowno-Będusz, Koziegłowy, Ligota Woźnicka i Boronów-Niegowa. Z tego dwa obszary rozpoznane są w takim stopniu, że można je nazwać perspektywnymi rejonami złożowymi. Są to Żarki-Zachód i Winowno-Będusz.

Pod względem budowy geologicznej obydwa "złoża" wykazują szereg analogii do złóż zawierciańskich.

#### "Złoże" Żarki-Zachód

Okruszcowanie siarczkami Zn-Pb-Cu z barytem występuje w 2 dolnych partiach dolomitów kruszczoonych i w recie, stwierdzone w 15 otworach na 46 odwierconych. Zasoby rudne zalegają na głębokości 79,6 - 165,5 m. Miąższość warstw wynosi 2,0 - 6,25 m, średnio 2,3 m.

Zasoby bilansowe rozpoznano w kategorii D1 i oszacowano je na 8.204 tys. t. rudy zawierającej 2,8% Zn i 1,1% Pb. Górnotwór w strefach rudonoonych jest spękany i kawernisty - silnie zawodniony.

Usytuowanie złoża w stosunku do zabudowy powierzchniowej jest niekorzystne. Warstwy rudne zalegają pod miejscowościami Żarki Letnisko i Nowa Wieś. Przez obszar złoża przepływa rzeka Warta.

### "Złoże" Winowno-Będusz

Okruszcowanie siarczki Zn i Pb występuje w spągowej części dolomitów kruszczonych na kontakcie z wapieniami gogolińskimi. Ciała rudne zalegają na głębokości od 117 do 160 m. Budowa geologiczno-strukturalna złoża jest zbliżona do zawierciańskiej. Miąższość warstw rudnych wynosi 2,0 - 7,5 m, średnio 3,8 m.

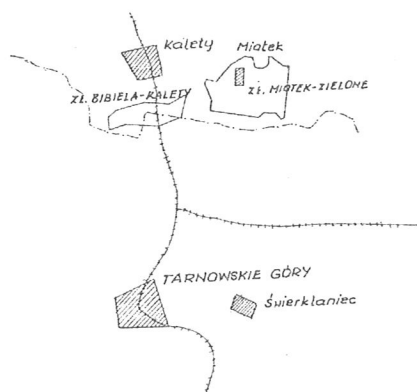
Zasoby rozpoznane w kategorii D1 na podstawie wyników badań uzyskanych z pięciu otworów oszacowano w ilości 5,371 tys t. rudy zawierającej 3,5% Zn i 4,6% Pb.

Warunki górniczo-geologiczne są słabo zbadane. Złoże jest prawdopodobnie zawodnione jak wszystkie złoża triasowe rud Zn i Pb.

Nad złożem teren jest niezabudowany.

Podsumowując należy stwierdzić, że obszary złożowe w rejonie Myszkowa są słabo zbadane i stanowią prawdopodobnie małe skupiska rudne, które nawet po lepszym rozpoznaniu do akt. C1 nie stworzą bazy dla samodzielnych jednostek wydobywczych.

### 3.4. Złoża rejonu tarnogórskiego



Złoża rejonu tarnogórskiego

W latach 1955-57 udokumentowano w tym rejonie dwa małe złoża rud siarczkowych i tlenkowych Bibiela-Kalety i Miotek-Zielone. Złoża charakteryzują się budową gniazdową dużą zmiennością okruszcowania i bardzo dużym zawodnieniem.

Podstawowe parametry złóż:

	Bibiela-Kalety	Miotek-Zielone
Głębokość zalegania	40 - 79 m	55 - 168 m
Średnia miąższość	1,5 m	1,5 m
Średnia zawartość Zn	2,4 %	4,3 %
Średnia zawartość Pb	0,6 %	1,2 %
Zasoby bilansowe	4640 tys. t	4272 tys. t
Kategoria	C2	C2

Obydwa złoża ze względu na niskie parametry oraz bardzo trudne warunki geologiczno-górnicze zawsze traktowano jak nieprzemysłowe, a ich krótką charakterystykę podaje się tylko dla ścisłości statystycznej. Dalszych badań w tym rejonie nie prowadzono.

### 4. Ocena złóż

Z zaprezentowanych siedemnastu złóż należy wybrać te, które nadają się do górniczego zagospodarowania i mogą być perspektywą dla przemysłu wydobywczego rud cynkowo-olowiowych.

W ocenie złóż najbardziej miarodajne są wyniki rachunku ekonomicznego, ale do jego wykonania potrzeba wielu parametrów, które można uzyskać tylko w oparciu o projekt zagospodarowania.

W ocenach przybliżonych można posłużyć się kryteriami uzyskanymi z praktyki projektowej, które pozwalają wytypować złoża o wartości przemysłowej, wyeliminować złoża pozbawione perspektyw.

Kryteriami tymi są:

- Położenie w sąsiedztwie czynnych kopalń, a więc możliwość łatwego i taniego udostępnienia.
- Możliwość włączenia w istniejący organizm wydobywo-przerobczy.
- Duża ilość zasobów w granicy 20 mln t i okruszcowanie w granicach 5% - 6% Zn + Pb.
- Stopień rozpoznania złoża w kat. C1
- Dobre warunki geologiczno-górnicze
- Sprzyjające warunki powierzchniowe.

Opierając się na powyższych kryteriach i nie wdając się w szczegółowe rozważania do złóż nieprzemysłowych należy zaliczyć przede wszystkim złoża w rejonach tarnogórskim i myszkowskim.

W rejonie zawierciańskim najlepiej zbadanym i najbogatszym jest złoże Zawiercie I. W przyszłości może stać się przedmiotem zainteresowania potencjalnych inwestorów pod warunkiem, że cena cynku wzrośnie do 1300 \$/t.

Pozostałe złoża tego rejonu są przede wszystkim bardzo słabo zbadane, nisko okruszcowane, a ich zasoby są przeważnie rozproszone na dużych obszarach. Wyjątkiem jest złoże Gołuchowice o bardzo zwartej budowie, ale wymaga eksploatacji odkrywkowej co oznacza degradację dużego obszaru o charakterze rekreacyjno-rolniczym.

Złoża te nie tworzą realnej perspektywy dla przemysłu.

W rejonie olkuskim złoże Jaroszwice Pazurek jest złożem pozabilansowym.

Złoża Laski, Krzykawa, Sikorka z racji niskiego okruszcowania, rozproszenia zasobów i trudności eksploatacyjnych obecnie nie mogą być wykorzystane. Złoże Chechło jest słabo zbadane i odległe od kop. Pomorzany. Jedynie złoża Klucze i Olkusz - Podpoziom mają wartość przemysłową i to tylko tych części zasobów, które można udostępnić z czynnych kopalń.

### 5. Sposoby zagospodarowania złóż

#### Złoże Klucze

Złoże można udostępnić z wyrobisk kopalni Pomorzany oraz wyrobiskiem nachylnym z powierzchni. Nastąpi połączenie wentylacyjne i transportowe z tą kopalnią oraz wykorzystany będzie istniejący system głównego odwodnienia. W ten sposób udostępni się część zasobów złoża leżąca powyżej poz. + 192 m npm. czyli 5,7 mln ton rudy zawierającej 5,6% Zn i 2,6% Pb. Pozostałe zasoby wymagają eksploatacji podziemnej i budowy lokalnego systemu odwodnienia.

#### Złoże Olkusz-Podpoziom

Rozpoczęty system udostępnienia polega na otwarciu złoża z wyrobisk kopalni Pomorzany na poz. + 175 m npm. oraz z poziomu + 238 m npm. kopalni Olkusz. Nastąpi połączenie transportowe z szybem wydobywczym Chrobry kop. Pomorzany i jej systemem odwodnienia oraz połączenie wentylacyjne z szybem wydechowym Nr 2 kop. Olkusz. Udostępniona będzie część złoża leżąca powyżej poziomu + 180 m npm. czyli około 2,4 mln ton rudy o zawartości 4,7% Zn i 2,9% Pb. co stanowi 60% całości zasobów.

#### Złoże Zawiercie I

Na złożu Zawiercie I projektowano samodzielną jednostkę wydobywczą, która miała być kopalnią pilotową dla rejonu zawierciańskiego. Planowana wielkość wydobycia wynosiła 1,2 mln t/rok. Prace przygotowawcze do budowy kopalni były zaawansowane, wykonano nawet wiercenia podszybowe wraz z dokumentacją.

Brak środków inwestycyjnych, spadek cen giełdowych cynku i ołowiu oraz przemiany polityczno-gospodarcze w Polsce przekreśliły zamiar realizacji inwestycji. Według opracowań Biprometu oraz Outokumpu z Finlandii inwestycja może być opłacalna przy cenie cynku w granicach 1200 - 1300 \$/t. Złoże można udostępnić z powierzchni parą szybów zlokalizowanych centralnie oraz dwoma szybami peryferyjnymi, połączonymi wspólnym poziomem wydobywczym na głębokości 120 m. Głównym problemem w zagospodarowaniu złoża jest budowa zakładu przerobczego oraz składowiska odpadów.



## 6. Zasoby

### 6.1. Zasoby geologiczne bilansowe

Rejon	Złoże	Kat	Ruda tys.t.	Zn %	Pb %	Zn tys.t.	Pb tys.t.
I.  Rej. OLKUSKI	Klucze	C1 C2	10439	5,1	2,3	537,0	236,0
	Olkusz -Podpoziom	C1	4072	4,6	1,8	187,3	73,3
	Laski	B C1	11150	3,1	0,5	341,7	57,9
	Krzykawa	C1	9340	3,0	0,7	280,2	46,7
	Sikorka	C1 C2	3731	4,4	4,2	163,0	157,0
	Chechło	C2	10150	4,2	3,1	425,9	313,5
	Razem		48882			1935,1	884,4
II.  Rej. ZAWIERCIAŃSKI	Zawiercie -f	C1	19000	4,2	1,5	806,0	280,0
	Zawiercie II	C2 D1	36100	2,1	3,2	746,0	1152,0
	Rodaki Rokitno	C2	30870	3,5	0,9	1087,9	288,5
	Marciszów	C2	24340	2,7	1,5	670,0	356,0
	Gołuchowice	C1 C2	19500	3,6	1,5	708,0	298,0
	Poręba	D1	9800	3,8	4,2	376,0	408,0
	Razem		139610			4393,9	2782,5
III.  Rej. MYSZJOWSKI	Żarki Zachód	D1	8204	2,8	1,1	229,7	90,2
	Winiowno Będusz	D1	5371	3,5	4,6	187,9	247,0
	Razem		13575			417,6	337,2
I, II, III ŁĄCZNIE			202067			6746,6	4004,1

6.2. Zasoby geologiczne bilansowe do zagospodarowania  
/perspektywiczne/  
/kryteria bilansowości z 1992 r./

Złoże	Kat	Ruda tys.t.	Zn %	Pb %	Zn tys.t.	Pb tys.t.
Klucze	C1 C2	10439	5,1	2,3	537,0	236,0
Olkusz Podpoziom	C1	4072	4,6	1,8	187,3	73,3
Zawiercie I	C1	19000	4,2	1,5	806,0	280,0
Razem		33511			1530,3	589,3

6.3. Zasoby geologiczne bilansowe możliwe do udostępnienia  
w aktualnej sytuacji rynkowej.

Złoże	Kat	Ruda tys.t.	Zn %	Pb %	Zn tys.t.	Pb tys.t.
Klucze	C1 C2	5747	5,6	2,6	322,4	150,6
Olkusz Podpoziom	C1	2418	4,7	2,9	112,7	69,4
Razem		8165			435,1	220,0

Powyższe zestawienia wyraźnie obrazują, że zasoby, które mogą być realnie wykorzystane stanowią bardzo małą część wszystkich zasobów:

- w rudzie - 4 %
- Zn metal - 6,4 %
- Pb metal - 5,5 %

Większa część zasobów wymaga lepszego rozpoznania i z technicznego punktu widzenia będzie trudna do pozyskania.



## 7. Podsumowanie

a) Z dokonanego przeglądu złóż wynika niezbicie, że nie jesteśmy potęgą surowcową dla produkcji cynku i ołowiu. Mimo pozornie dużej ilości zasobów rudy w złóżach niezagospodarowanych tylko 4% całości może być przedmiotem działalności inwestycyjnej.

b) Polskie złoża rud Zn i Pb są nisko okruszczone, bardzo nieregularne o rozproszonych zasobach i wysokim zawadzeniu. Jest to przyczyną ich małej atrakcyjności.

c) Rudonośny rejon zawierciański jest słabo zbadany, Złoża tego rejonu z wyjątkiem złoża Zawiercie I udokumentowane są w najniższych kategoriach, a ich zasoby obliczono w oparciu o stare kryteria bilansowości. Podjęcie działalności inwestycyjnej w tym rejonie jest sprawą dalekiej przyszłości.

d) Do zagospodarowania nadaje się tylko część zasobów w dwóch złożach rejonu olkuskiego: Klucze i Olkusz Podpoziom w ilości 8,1 mln ton dobrej rudy siarczkowej. Zasoby te są szansą na podtrzymanie wydobycia w kop. Olkusz-Pomorzany o około 10 lat. Pozostałe złoża tego rejonu nie mają w aktualnej sytuacji rynkowej przemysłowej wartości.

mgr inż. Sz.Gałązka BIPROMET S.A.  
mgr inż. M.Rajczyk BIPROMET S.A.

# INSTALACJA ODMAGNEZOWANIA SIARCZKOWYCH KONCENTRATÓW CYNKOWYCH W ZG "TRZEBIONKA" S.A.

Opisano oddział odmagniezowania koncentratów oddany do eksploatacji w październiku 1994 r. w Wydziale Wzbogacania Rudy ZG "Trzebionka" S.A. Uruchomienie oddziału umożliwiło produkcję siarczkowego koncentratu cynkowego o wysokiej jakości (60-61% Zn, ok. 0,12% Mg i ok. 0,9% Ca). Większość operacji technologicznych w nowym oddziale jest zautomatyzowana a kontrolę nad ich przebiegiem sprawuje programowalny sterownik.

## Wstęp

Do momentu uruchomienia nowego oddziału, ZG, "Trzebionka" S.A. produkowały koncentrat cynkowy charakteryzujący się wysoką zawartością magnezu i wapnia wynikającą z charakteru eksploatowanych złóż cynkonośnych. Zawartość powyższych metali wynosiła: 1,1 + 1,3% Mg i 3,0 + 3,4% Ca przy zawartości ok. 55% Zn. Odwadnianie koncentratu przebiegało w trzech następujących etapach: zagęszczanie w dwóch osadnikach Dorra, filtracja w próżniowym filtrze tarczowym i suszenie końcowe w suszarce bębnowej obniżające zawartość wilgoci poniżej 7%.

Wysoka zawartość magnezu obniżała atrakcyjność koncentratu na rynkach: krajowym i zagranicznym, gdzie poszukiwane są siarczkowe koncentraty cynkowe jako surowiec m.in. do produkcji cynku elektrolitycznego. Negatywny wpływ magnezu na przebieg procesu produkcji cynku elektrolitycznego polega na zmianach niektórych parametrów roztworów obiegowych w elektrolizach cynku. Podstawowe parametry, na które wpływa koncentracja magnezu to: lepkość, rozpuszczalność siarczanu cynku i oporność właściwa elektrolitu.

Wzrost lepkości roztworów obiegowych spowodowany wzrostem stężenia magnezu zmniejsza szybkości filtracji zawiesin i gęstw co powoduje konieczność rozbudowy węzłów filtracji. Zmniejsza szybkości filtracji zawiesin i gęstw co powoduje konieczność rozbudowy węzłów filtracji. Zmniejszenie rozpuszczalności siarczanu cynku, spowodowane wzrostem stężenia magnezu, wyklucza stosowanie intensywnych metod ługowania i w konsekwencji uniemożliwia osiągnięcie wysokich uzysków ługowania cynku a ponadto wymusza niską koncentrację cynku (< 130 g dm<sup>3</sup> Zn) w roztworach co zmniejsza przepustowość urządzeń technologicznych.

## Literatura

1. Dokumentacje geologiczne złóż:

Klucze, Laski, Olkusz-Podpoziom, Sikorka, Krzykawa, Jaroszwiec-Pazurek, Chechło, Zawiercie I, Zawiercie II, Rudaki-Rokitno, Marciszów, Gofuchowice, Poręba, Bibiela-Kalety, Miotek-Zielone - PG Kraków.

2. "Program wydobycia i wzbogacania rud Zn i Pb na bazie udokumentowanych zasobów do ich całkowitego wyczerpania" - BPPMN Bipromet, K-ce marzec 1989 r.

3. "Zagospodarowanie złoża Zawiercie I" (Praca przedprojektowa) B.P.P.M.N. Bipromet Katowice, lipiec 1991 r.

4. "Opracowanie założeń dla długofalowej polityki państwa w zakresie rud Zn i Pb wraz z ich wariantowymi modelami w aspekcie lat 2000, 2020 i 2030. BPPMN Bipromet, K-ce sierpień 1989 r.

Wzrost oporności właściwej elektrolitu spowodowany wzrostem koncentracji magnezu powoduje wzrost napięcia na wannach elektrolitycznych prowadząc w konsekwencji do znacznego wzrostu wskaźnika zużycia energii elektrycznej w procesie elektrolizy. Biorąc pod uwagę negatywny wpływ magnezu na technologię produkcji cynku elektrolitycznego, odbiorcy koncentratów podnieśli wymagania co do zawartości magnezu co pociągnęło to za sobą obniżkę ceny za koncentrat z wyższą zawartością. Podstawowym problemem jaki stanął wówczas przed ZG "Trzebionka" S.A. to przeprowadzenie modernizacji istniejącej technologii pod kątem obniżenia zawartości magnezu w koncentracie (dla uzyskania korzystnej ceny sprzedaży) oraz obniżenie kosztów produkcji przez zastosowanie mniej energochłonnych operacji odwadniania koncentratu. Kierownictwo Wydziału wzbogacania Rudy i Dyrekcji zainicjowało więc działania których ostatecznym celem była budowa oddziału odmagniezowania.

## Projektowanie i budowa oddziału

Efektem tych działań był wyjazd grupy specjalistów ZG "Trzebionka" S.A. i Bipromet S.A. do Kopalni "Tara Mines" w Navan w Irlandii gdzie dokonano m.in. wizytacji instalacji do odmagniezowania siarczkowych koncentratów cynku. Spostrzeżenia i wnioski z wizytacji (1) zostały wykorzystane w "Studium techniczno-ekonomicznym instalacji odmagniezowania koncentratów cynkowych w ZG "Trzebionka" S.A. opracowanym przez Bipromet S.A. we współpracy z przedstawicielami Zakładów, w maju 1995 r. W studium, w którym wykorzystano również wyniki pracy badawczej IMN Gliwice (2) przedstawiono koncepcję technologiczną oddziału odmagniezowania w której wyodrębniono trzy podstawowe instalacje technologiczne:

- instalacja rozładunku i magazynowania stężonego kwasu siarkowego
  - instalacja wykwaszania koncentratu
  - instalacja filtracji i przemywania wykwaszonego koncentratu.
- Podstawowym założeniem technologicznym w studium było zastosowanie do odmagniezowania metody polegającej na wykwaszaniu magnezu z koncentratu za pomocą kwasu siarkowego. Studium poddano następnie analizie, w której uczestniczyli specjaliści z: ZG "Trzebionka" S.A., IMN Gliwice, AGH Krakowie, IPM PAN Kraków i Bipromet S.A. Efektem analizy była pozytywna opinia do przedstawionych rozwiązań technologicznych.

Kolejnym etapem działań inwestycyjnych było opracowanie przez Bipromet S.A. dokumentacji technicznej umożliwiającej etapową realizację budowy.

Z uwagi na zaawansowaną akcję ofertową na zakup filtrów oraz możliwość szybkiego osiągnięcia efektów ekonomicznych (oszczędność energii), budowę rozpoczęto od prac związanych z instalacją filtracji a konkretnie z zainstalowaniem jednego filtra LAROX. Filtr wraz z urządzeniami towarzyszącymi oraz węzły nadawcy koncentratu i odbioru plačka filtracyjnego uruchomiono w sierpniu 1993 r. Rozpoczęto filtrację koncentratu nieodmagnezowanego i po opanowaniu procesu zdemontowano suszarkę bębnową i przystąpiono do montażu drugiego filtra i urządzeń współpracujących. Filtr uruchomiono i włączono do ruchu w styczniu 1994 r. Równolegle prowadzono prace związane z budową pozostałych instalacji tj. instalacją wykwaszania koncentratu i instalacją rozładunku i magazynowania kwasu siarkowego.

Nadchodzące, w trakcie realizacji budowy sygnały z rynku kontraktów wskazujące na dalszy wzrost wymagań odnośnie ich jakości (wymagania niskiej zawartości magnezu objęły również wapń) stały się bodźcem do działań kierownictwa Zakładów, które przy współpracy z IMN Gliwice postanowiło rozbudować technologię nowego oddziału przez dodanie węzła flotacyjnego odgipsowania wykwaszonego (odmagnezowanego) koncentratu. Konsekwencją tej decyzji była zmiana charakteru wsadu do instalacji wykwaszania: w miejsce zagęszczonego w osadnikach Dorra koncentratu o zawartości fazy stałej 1750 - 1900 kg/m<sup>3</sup> wprowadzono koncentrat niezagęszczony zawierający ok. 700 kg/m<sup>3</sup> fazy stałej. Zażądano więc groźba obniżenia przepustowości instalacji wyposażonej w 6 zbiorników do wykwaszania. Aby temu zapobiec zmieniono przeznaczenie i lokalizację jednego z dwóch zbiorników przeznaczonych do odbioru wykwaszonego koncentratu i zwiększono w ten sposób ilość zbiorników do wykwaszania do 7 szt. Równocześnie wykwaszony koncentrat zamiast do filtracji skierowano do dwóch maszyn flotacyjnych, w oddziale flotacji, w celu odgipsowania. Odgipsowany koncentrat skierowany został do zagęszczania w istniejących osadnikach Dorra skąd dopiero został skierowany do filtracji. Te zmiany wymagały jedynie modyfikacji instalacji rurociągowych.

W czasie budowy dokonano zmiany sposobu regulacji pH. W miejsce przewidzianej w projekcie regulacji pH plačka filtracyjnego, która miała zachodzić w czasie przemywania, wprowadzono korektę pH gęstą kierowaną do odgipsowania. Ta zmiana miała zapobiec ewentualnej korozji maszyn flotacyjnych wykonanych ze zwykłej stali. Do korekty pH użyto 20% roztworu NaOH dostarczanego od producenta w autocysternach zastępując w ten sposób rozwiązanie projektowe polegające na sporządzaniu roztworu NaOH lub Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> na miejscu.

Budowę instalacji: rozładunku i magazynowania kwasu siarkowego, wykwaszania koncentratu oraz węzła odgipsowania ukończono we wrześniu 1994 r. i oddano do rozruchu. Zakładaną zdolność produkcyjną wynoszącą średnio 300 t/d (max. 335 t/d) przeliczeniu na masę suchą wsadu osiągnięto w styczniu 1995 r.

## Opis technologii oddziału odmagnezowania Instalacja rozładunku i magazynowania kwasu siarkowego

Kwas siarkowy używany do wykwaszania koncentratu dostarczany jest w cysternach normalnotorowych i fabryki kwasu HMN "Szopienice". Stężenie kwasu wynosi 75%. Z cystern kwas rozładowywany jest za pomocą urządzenia syfonowego do zbiornika przelotowego skąd pompa pionowa przetłacza go do jednego z dwóch zbiorników magazynowych. Pojemność zbiorników wynosząca łącznie 220 m<sup>3</sup> pozwala na zmagazynowanie kwasu na 8 dobową pracę instalacji wykwaszania. Zbiorniki magazynowe ustawione są w kwasoodpornej misie o pojemności 110 m<sup>3</sup>. Ze zbiorników magazynowych kwas przepompowywany jest automatycznie sterowaną pompą do zbiornika kwasu instalacji wykwaszania koncentratu. Praca pomp kwasowych, poziom kwasu w zbiornikach magazynowych, poziom ewentualnych rozlewów w misie są kontrolowane przez sterownik i monitorowane w pomieszczeniu sterowni instalacji wykwaszania koncentratu.

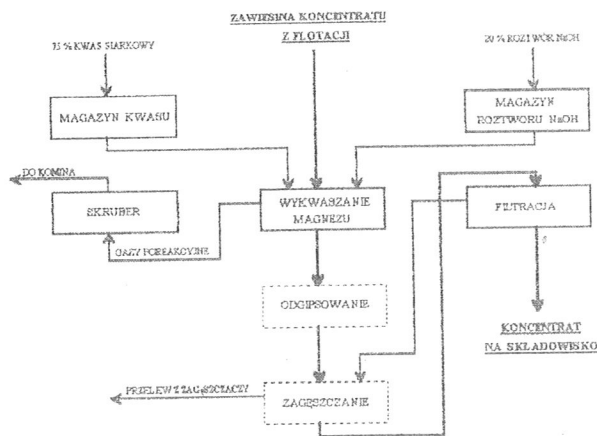
### Instalacja wykwaszania koncentratu

Proces wykwaszania koncentratu przebiega periodycznie w siedmiu zbiornikach o pojemności 36 m<sup>3</sup>. Każdy zbiornik posiada mieszadło główne (18 kW) służące do utrzymania koncentratu w postaci zawiesiny i dwa mieszadła pomocnicze (7,5 kW) służące do "zbijania" piany; obroty mieszadeł są nastawiane za pomocą falowników. Wnętrze zbiorników jest zabezpieczone przed korozją. Przebieg procesu wykwaszania jest sterowany automatycznie przez sterownik i kontrolowany w każdej fazie przebiegu przez operatora na monitorze w sterowni. Informacji o przebiegu procesu dostarczają czujniki pomiarowe. Mierzone są: gęstość i natężenie przepływu zawiesiny koncentratu, gęstość i natężenie przepływu dozowanego kwasu siarkowego, poziom zawiesiny w zbiornikach do wykwaszania i w rzapiu spustowym, poziom w zbiorniku kwasu i w zbiornikach roztworu NaOH, poziom w zbiorniku cyrkulacyjnym skrubera oraz pH w zbiornikach do wykwaszania i w rzapiu spustowym.

Zawiesina koncentratu z oddziału flotacji pompowana jest w sposób ciągły i kierowana przez sterownik do jednego z opróżnionych zbiorników wykwaszania będących w fazie oczekiwania. Po wpompowaniu ustalonej porcji zawiesiny (np. 15 m<sup>3</sup> sterownik oblicza masę fazy stałej a następnie w zależności od zawartości Mg i Ca ustala porcję kwasu niezbędną do przeprowadzenia wykwaszania i intensywność jej dozowania. Po zakończeniu dozowania kwasu zawartość zbiornika mieszana jest przez określony czas a następnie przeprowadzana jest końcowa neutralizacja przez automatyczne zadozowanie obliczonej porcji 20% roztworu NaOH. Zmiany pH rejestrowane są na wykresie i na bieżąco kontrolowane przez operatora. Po zakończeniu końcowej neutralizacji pH w zbiorniku wynosi ok. 5 i zbiornik przechodzi w fazę oczekiwania na rozładunek, który jest realizowany w kolejności "zgłoszeń". Następuje wówczas automatyczne otwarcie zaworu spustowego i zawiesina wykwaszonego koncentratu spływa grawitacyjnie do rzapiu spustowego skąd pompowana jest w sposób ciągły do maszyny flotacyjnej w celu odgipsowania. Wydajność pompy jest regulowana za pomocą falownika zgodnie ustalonym natężeniem przepływu kontrolowanym przez przepływomierz. Poziom zawiesiny w rzapiu jest kontrolowany przez sterownik i w razie potrzeby (osiągnięcie poziomu max) opróżnienie zbiornika jest automatycznie przerywane. Opróżnienie zbiornika jest sygnalizowane i zbiornik przechodzi w fazę oczekiwania do napełnienia. Czas pełnego cyklu wykwaszania wynosi ok. 3,5 godz. W czasie wykwaszania i mieszania zbiornik włączany jest automatycznie do instalacji odciągowej gazów poreaacyjnych. Gazy w skład których wchodzi powstający wykwaszania CO<sub>2</sub>, kierowane są do skrubera, który opuszcza przez demister wentylatorem Na OH z uwagi na możliwość występowania w gazach poreaacyjnych siarkowodoru. Prowadzone w czasie rozruchu pomiary nie wykazały jednak obecności siarkowodoru w związku z czym obecnie do zraszania skrubera używana jest woda która cyrkuluje w obiegu zamkniętym i jest wymieniana co 4-5 dni.

Stężony kwas siarkowy do wykwaszania dozowany jest ze zbiornika o poj. 8 m<sup>3</sup>, który jest dopełniany automatycznie przez pompę z magazynu kwasu.

Roztwór NaOH dostarczany jest do instalacji w autocysternach, które rozładowywane są do zbiornika magazynowego o poj. 20 m<sup>3</sup> skąd pompa przetłacza go do zbiornika dozującego o poj. 4 m<sup>3</sup>. Dozowanie roztworu do poszczególnych zbiorników wykwaszania jest zdalnie sterowane przez operatora w zależności od pH.



--- Nie wchodzi w zakres opracowania BIPROMET S.A.

Uproszczony schemat blokowy oddziału odmagnezowania w ZG "Trzebionka" S.A.



## Instalacja filtracji koncentratu.

Podstawowymi urządzeniami instalacji są dwa, ciśnieniowe filtry LAROX o powierzchni filtracyjnej 32 m<sup>2</sup> każdy. Każdy filtr jest wyposażony w sterownik kierujący jego pracą oraz sterujący urządzeniami współpracującymi. Praca filtrów jest tak sterowana aby poszczególne operacje cykli filtracyjnych nie nakładały się.

Zagęszczona w osadnikach zawiesina koncentratu pompowana jest do zbiornika nadawy na filtry. Zbiornik o poj. 10 m<sup>3</sup> posiada wykładzinę bazaltową i czterołapowe mieszadło. Ze zbiornika, pompa sterowana przez sterownik filtra, pompuje zawiesinę koncentratu do komór filtracyjnych. Filtr stężenia fazy stałej i jej składu na wydajność filtra. Po zakończeniu pompowania rozpoczyna się druga operacja cyklu filtracji, polegająca na wyciskaniu wilgoci z plaćka za pomocą membran gumowych znajdujących się w każdej komorze filtra. Czas docisku i jego wielkość regulowane są zgodnie z wartościami wprowadzonymi do sterownika przez operatora. Następną operacją jest przedmuch plaćka za pomocą sprężonego powietrza. Uzyskany w czasie operacji pompowania, docisku i przedmuchu filtrat spływa grawitacyjnie poprzez zbiornik odpowietrzający do rzepia filtratu skąd zawracamy zagęszczaczy. Czas przedmuchu jest regulowany automatycznie w zależności od żądanej wilgotności plaćka. Po zakończeniu przedmuchu następuje otwarcie filtra i włączenie napędu przewijania tkaniny filtracyjnej. Odwodniony koncentrat odtransportowywany jest przenośnikiem odbiorczym a następnie transportowym na istniejące składowisko. Z każdym filtrem współpracuje oddzielny przenośnik odbiorczy uruchamiany w czasie rozładunku filtra, natomiast przenośnik transportowy jest

wspólny. Ruch przenośników odbiorczych sterowany jest przez sterownik danego filtra. Równocześnie i rozładunkiem filtra następuje mycie tkaniny filtracyjnej. Każdy filtr posiada indywidualną filtrację do mycia tkaniny.

## Podsumowanie

Uruchomiony w ZG "Trzebionka" S.A. nowy oddział zakładanej poprawy jakości koncentratu. Produkowany obecnie koncentrat, zawierający: 60-61% Zn. ok. 0,12% Mg, ok. 0,9% Ca i 7% wilgoci, jest dobrej jakości i może być stosowany jako surowiec do produkcji cynku elektrolitycznego. Nowy oddział jest w wysokim stopniu zautomatyzowany a podstawowe operacje technologiczne są sterowane programowalnymi sterownikami.

## Literatura

1. Sz. Gałązka - Sprawozdanie z delegacji w Kopalni "Tara Mines" - Navan-Irlandia - marzec 1992
2. Z. Szolomicki i zespół - Sprawozdanie z pracy IMN Gliwice nr 4446/90 pt. "Badania laboratoryjne nad optymalizacją parametrów usuwania magnezu z koncentratów blendowych metodą wykwaszania" - 1990 r.
3. Bipromet S.A. - P.T. Magazyn kwasu siarkowego - listopad 1992
4. Bipromet S.A. - P.T. Instalacja wykwaszania koncentratu blendy - grudzień 1992
5. Bipromet S.A. - P.T. Filtrownia koncentratu blendy - stan przejściowy - kwiecień 1993

mgr inż. E.Hoffmann      BIPROMET S.A.  
mgr inż. R.Rychlicki     BIPROMET S.A.  
mgr inż. Antoni Szydełko BIPROMET S.A.

# AUTOMATYZACJA PROCESU PRZETŁACZANIA GAZÓW KONWERTOROWYCH

## 1. Wstęp

Uruchomiona w 1994 r. nowa Fabryka Kwasu Siarkowego w H.M. "Głogów I" jest przykładem obiektu, w którym aparatura kontrolno-pomiarowa i automatyzacja odgrywają pierwszoplanową rolę.

Włączenie do zadania inwestycyjnego (oprócz modernizacji FKS) modernizacji automatyki Oddziału Konwertyzacji i Odpylni Gazów Konwertyzacyjnych było trafną decyzją Inwestora, która umożliwiła zaprojektowanie przez "Bipromet" S.A. kompleksowego systemu automatyki FKS i układu przetłaczania gazów konwertyzacyjnych.

Wytwarzane w procesie konwertyzacji gazy zawierające SO<sub>2</sub> winny być w całości odciążone z konwertyzacji, przy zachowaniu właściwych parametrów dostarczone do FKS i w jej węzłach poddane procesom utylizacji dwutlenku siarki.

Powyższe zadanie postawione przez ochronę środowiska naturalnego, a ujęte w największym skrócie, realizowane jest przez rozległą instalację technologiczną pracującą pod nadzorem obwodów sterowania, kontroli i automatycznych regulacji.

Ważna rola układów automatyki wynika z konieczności współpracy obiektów o różnym charakterze; konwertyzacji charakteryzujących się przerywaną pracą i FKS pracującą najlepiej przy stałych, nie zmieniających się parametrach gazu.

## 2. Obiekt automatyzacji

Dla lepszego zobrazowania układów automatyki i ich roli poniżej przedstawiono urządzenia technologiczne jako obiekty automatyzacji. Omawiane są urządzenia pod kątem automatyzacji procesu przetłaczania gazów konwertyzacyjnych.

Konwertyzatory (oznaczone jako "1" na rys. 1) wraz z instalacją dmuchu powietrza to źródło gorącego gazu. Z ilości wdmuchiwane powietrza wynika ilość wytwarzanego w konwertyzacji gazu zawierającego SO<sub>2</sub>. Wielkość dmuchu i stężenia dwutlenku siarki zależą od okresu konwertyzacji. Konwertyzator to źródło zakłóceń pod względem ilości gazu. Największe zakłócenia

występują w momentach załączenia i wyłączenia dmuchu do konwertyzacji. Mniejsze zakłócenia występują w czasie zalewania konwertyzacji kamieniem miedziowym i podczas zużłowania.

Konwertyzator to również element zasysający powietrze atmosferyczne. Ilość zasysanego powietrza zależy od wielkości podciśnienia w konwertyzacji i od położenia przysłony gardzieli konwertyzacji. System odciążowy gazów z konwertyzacji stanowi zmienny opór dla ich przepływu. Zmiana tego oporu wywołana jest narostami miedzi i pyłu.

**Chłodnice (2)** gazu konwertyzacyjnego wraz z obwodami regulacyjnymi to stabilizatory temperatury gazu. Dla układu przetłaczania stanowią element powodujący stratę ciśnienia, co określamy krótko jako opór przepływu. Opór ten jest zmienny i zależy od zarostu pyłem rur chłodniczych i od temperatury gazu na wlocie.

**Wentylatory I stopnia (3)** - elementy wykonawcze układów odciążu gazu z konwertyzacji i obwodu automatycznej regulacji ciśnienia w kolektorze gazu brudnego.

**Kolektor gazu brudnego (4)** łączy równoległe instalacje odciążowe gazu z konwertyzacji. Stanowi dużą pojemność i niewielki opór skupiony głównie na wlotach i wylotach. Utrzymanie w nim zerowego nadciśnienia wynika z potrzeby zapewnienia elektrofiltrom niewielkiego podciśnienia oraz superpozycji dla równoległe pracujących konwertyzacji i ich instalacji odciążowych gazu.

**Elektrofiltry suche (5)** Odpylni Gazów Konwertyzacyjnych to równoległe połączone elementy o dużych pojemnościach oraz małych oporach skupionych głównie na przewodach wlotowych i wylotowych. Przez nieszczelności elektrofiltrow zasysane jest powietrze atmosferyczne.

**Kolektor gazu czystego (6)** podobnie jak kolektor gazu brudnego stanowi pojemność i niewielki opór skupiony na wlotach i wylotach.

**Wentylatory II stopnia (7)** podnoszą ciśnienie gazu przesuwaną "punkt zerowy" w rejon wież płuczających FKS.

**Kolektor przesyłowy (8)** gazu do FKS to element oporowo-pojemnościowy o rozłożonych parametrach. Przed FKS znajdują się zamknięcia dzwonowe.

**Wieże płuczające (9)** FKS posiadają dużą pojemność i opór przepływu. Brak zraszania (awaria pomp) powoduje znaczne zmniejszenie oporu i gwałtowny wzrost temperatury gazu. Dla zabezpieczenia kolektora laminatowego i elektrofiltrów przewidziano za wieżami konfuzory do zassania powietrza atmosferycznego.

**Elektrofiltry mokre (10)** mają duże pojemności i duże opory. Są elementami wymagającymi podciśnienia w granicach 300... 6000 Pa. Za elektrofiltrami usytuowane są bezpieczniki ciśnieniowe nastawione na 5800 Pa podciśnienia.

**Wieża susząca (11)** to duża pojemność i mały opór przepływu. Przed wieżą znajduje się konfuzor do zassania powietrza atmosferycznego. Za wieżą są demistry dające duży opór przepływu.

**Dmuchawy (13)** są głównym źródłem ciśnienia. Ich spręż jest ok. dziesięciokrotnie większy od sprężu wentylatorów I i II stopnia i może być ustawiany przy pomocy kierownic. Kolektory ssące i tłoczny połączone są przeciwpompazowym bypassem.

**Aparat kontaktowy (14)** posiada dużą pojemność i jest największym oporem przepływu. Procesy chemiczne zachodzące w aparacie podnoszą temperaturę gazu. Jej wartość zależy od stężenia  $SO_2$ . Nadmierny wzrost temperatury może spowodować awarię aparatu.

**Wieże absorpcyjne (15)** mają duże pojemności i małe opory przepływu. Większy opór stanowi współpracujący z nimi demister.

### 3. Opis układów automatyki

Układ automatyki przetłaczania gazów konwertorowych bazuje na sterowaniu obrotami wentylatorów odciągowych gazów z konwertorów proporcjonalnie do dmuchu powietrza do konwertorów i regulacji stosunku natężenia przepływów gazu przez Fabrykę Kwasu Siarkowego (czyli gazu konwertorowego wraz z zassanym powietrzem atmosferycznym) do sumy dmuchów powietrza do konwertorów (czyli ilości wytwarzanego gazu w konwertorach). Sygnały pomiarowe dmuchów pomnożone przez współczynniki zassania powietrza i zsumowanie stanowią wartość zadaną dla regulatora przepływu gazu przez FKS. Oprócz przepływu układ automatyki przetłaczania gazów reguluje na zadanym poziomie (zerowym) nadszczepienie w kolektorze gazu brudnego i zabezpiecza odpowiednie podciśnienie w elektrofiltrach mokrych FKS.

Wyżej w skrócie przedstawiony sposób sterowania przetłaczaniem gazów konwertorowych jest zgodny z patentem UP nr 136076 zgłoszonym przez "Bipromet".

Na rys. 1 przedstawiono schemat blokowy najważniejszych obwodów układu automatyki przetłaczania gazów konwertorowych na tle uproszczonego schematu technologicznego.

Natężenia przepływów dmuchów powietrza do konwertorów są stabilizowane regulatorami  $R_1...R_3$ . Sygnały dmuchów  $F_1...F_3$  pomnożone przez współczynniki zassania powietrza  $K_1...K_3$  i mnożniki zależne od temperatur gazu  $T_1...T_3$  sygnału z regulatora ciśnienia  $R_4$  w kolektorze gazu brudnego. Położenia przysłony gardzieli i wprowadzane okresowo przez sterników współczynniki oporów instalacji odciągowych oraz współczynniki szczelności przysłony gardzieli, sterują poprzez układy tyrystorowe  $S_1...S_3$  obrotami wentylatorów I stopnia.

Współczynniki  $K_1...K_3$  składają się z dwóch mnożników. Jeden ustawiany automatycznie w zależności od okresu konwertorowania, drugi wprowadzany przez sternika gdzie pracuje tzw. zwykła kaskada, lub modyfikowany automatycznie, gdy włączona jest regulacja stężenia  $SO_2$  przed aparatem kontaktowym. Okresową zmianę współczynników wprowadzają sternicy na podstawie obserwacji konwertorów za pośrednictwem telewizji przemysłowej. Obroty wentylatorów I stopnia proporcjonalne są do dmuchów z uwzględnieniem powyższych współczynników, lecz bezwzględna ich wartość zależy od nadszczepienia w kolektorze gazu brudnego a właściwie od wartości średniej pomiarów w kilku punktach kolektora. Nadszczepienie to winno wynosić zero lub w pobliżu zera tak by w elektrofiltrach było niewielkie podciśnienie zapobiegające wydmuchowi gazu przez kioski izolatorów, który powoduje zroszenie izolatorów i w efekcie ich przebiecie elektryczne.

Przepływy gazu przez równoległe połączone elektrofiltry suche są mierzone i mogą być regulowane według zadanych stosunków przepływów.

Sygnały dmuchu do konwertorów pomnożone przez współczynniki zassania powietrza przez gardziele konwertorów, nieszczelności

chłodnic i elektrofiltrów a następnie zsumowane i skorygowane od ciśnienia przed elektrofiltrami mokrymi FKS sterują za pośrednictwem zespołów tyrystorowych  $S_4...S_6$  obrotami wentylatorów II stopnia. Spręż tych wentylatorów przesuwa punkt zerowy ciśnienia do wież płuczających. Dzięki uzależnieniu obrotów wentylatorów II stopnia od ilości przetłaczanego gazu (sumy dmuchów) relacja między spadkiem ciśnienia na instalacji i spręż wentylatorów pozostaje nie zmieniona przy różnych przepływach gazu. Punkt zerowy ciśnienia nie przemieszcza się znacząco. Niemniej przewidziane jest zabezpieczenie elektrofiltrów mokrych przed nadszczepieniem powodującym zroszenie a następnie uszkodzenie izolatorów. Zabezpieczeniem tym jest ujemne sprężenie zwrotne wprowadzone do sygnału sterującego obrotami wentylatorów II stopnia od wybranego przez wybierak ekstremum  $W_1$  wyższego ciśnienia przed elektrofiltrami mokrymi.

Wskutek niesymetrycznej drogi przepływu silników napędowych wprowadzono automatyczne wyrównywanie ich prądów obciążenia.

Sygnały dmuchów do konwertorów  $F_1...F_6$  pomnożone przez współczynniki zassania powietrza z uwzględnieniem okresu konwertorowania i zsumowane stanowią wartość wiodącą dla regulatora natężenia przepływu gazu przez FKS. Regulator ten oznaczony na schemacie blokowym jako  $R_1$  steruje przepustnicą regulacyjną z napędem pneumatycznym, pełną w działaniu i wytrzymałą na częste zmiany położenia. Dla poprawy ekonomii regulacji wykorzystuje się kierownice dmuchaw, którymi wybiera się charakterystykę ich pracy. Sygnał sterujący kierownicami generowany jest w zależności od ilości pracujących konwertorów.

Sygnał z regulatora  $R_1$  nie steruje bezpośrednio przepustnicą 12, lecz poprzez wybierak ekstremum  $W_3$ , który wybiera jeden z dwóch sygnałów odpowiadający mniejszemu otwarciu przepustnicy. Drugi z tych sygnałów doprowadzony jest z regulatora  $R_4$  kontrolującego za pośrednictwem wybieraka  $W_2$  niższe ciśnienie za elektrofiltrami mokrymi. Wartość zadaną tego regulatora ustawia się na mniejsze podciśnienie jak nastawione podciśnienie bezpieczników mechanicznych za elektrofiltrami, lecz większe od podciśnienia występującego normalnie. Wybierak  $W_3$  łączy zwykle przepustnicę z regulatorem przepływu. W sytuacjach awaryjnych, np. przy awaryjnym włączeniu wentylatorów II stopnia, przez wybierak wybrany zostanie sygnał z regulatora ciśnienia i on spowoduje dławienie przepustnicą ciągu dmuchaw nie dopuszczając do wzrostu podciśnienia, które mogłoby zniszczyć elektrofiltry mokre.

Przez konfuzor przed wieżą suszącą zasysane jest powietrze atmosferyczne. Ilość tego powietrza gdy regulator  $R_4$  ustawiony jest na pracę w kaskadzie zależy od współczynnika zassania, położenia przysłony gardzieli konwertorów i współczynników szczelności przysłony i szczelności odpylni.

Jeśli otwiera się gardziele konwertorów zmniejsza się zarazem ilość zassanego powietrza przez konfuzor. Również zmieniając odpowiedni współczynnik sternik może wpływać na rozkład zassania. Natomiast nie zmienia się całkowita ilość zassanego powietrza o ile nie zmieni się dmuch, okres konwertorowania i współczynnik zassania. Ścisłej biorąc mnożnik wartości wiodącej dla regulatora przepływu gazu przez FKS zależy od okresu konwertorowania wynosi 1 dla pierwszego okresu, a w okresie drugim narasta liniowo w ciągu jednej godziny do 1,3, utrzymuje się na tym poziomie przez następne dwie godziny, po czym opada stopniowo, osiągając początkową wartość po pięciu godzinach trwania drugiego okresu.

Zmiana tego współczynnika odpowiada w przybliżeniu zmianie stężenia  $SO_2$  w wytwarzanym gazie w drugim okresie konwertorowania. Praca układów automatyki w kaskadzie, tzn. z powyższymi uzależnieniami wpływa stabilizująco na wartość stężenia dwutlenku siarki w gazie doprowadzonym do aparatu kontaktowego. Wartość ta powinna wynosić 5 do 7, natomiast wytwarzane w pierwszym okresie gazy mają ok. 14%, a w drugim osiągają 17% stężenia  $SO_2$ . Przez zmianę współczynnika zassania można kompensować zakłócenia stężenia jakie pojawiają się podczas "rozpalania" konwertora podczas rozpoczęcia cyklu świeżenia kamienia miedziowego, oraz po operacjach zalewania konwertora kamieniem miedziowym i podczas żużlowania. Aby nie dopuścić do wydmuchu gazów na halę (lub znacznie go ograniczyć) również w czasie tych operacji odciąga się gazy z konwertorów mimo, że zawierają małe ilości  $SO_2$ .

Układy automatyki przetłaczania gazów mogą pracować również w kaskadzie z automatyczną regulacją stężenia dwutlenku siarki przed aparatem kontaktowym. Do dyspozycji są dwa algorytmy regulacji. Jeden modyfikuje współczynnik zassania powietrza przez całą instalację, tzn. przez gardziele konwertorów, nieszczelności i konfuzor przed wieżą suszącą, drugi preferuje najpierw drossanie przez konfuzor, a gdy zakres regulacyjny tego elementu nie wystarczy, modyfikację współczynnika zassania.

Regulacja automatyczna stężenia jest trudna ze względu na duże opóźnienia transportowe obiektu. Odpowiedź obiektu wykazuje opóźnienie około 10 min. Z tego względu do zmiany współczynnika zassania zastosowano regulator impulsowy.

Układ automatycznej regulacji stężenia  $SO_2$  ma ograniczenia wynikające z potrzeby zapewnienia odciągu gazów z konwertorów nawet wówczas gdy jest małe stężenie. Ograniczenie to stanowi minimalny współczynnik zassania powietrza, który może być ustawiany przez sternika.

W układzie automatyki przetłaczania gazów konwertorowych oprócz omówionych wyżej zabezpieczeń instalacji od niewłaściwych ciśnień są układy zabezpieczające urządzenia przed nadmiernym wzrostem temperatury, układ przeciwpompażowy i układ awaryjnego wychylenia konwertorów.

Nadmierny wzrost temperatury przed wentylatorami I stopnia powoduje ich wyłączenie. Wzrost temperatury w wieżach płuczających lub na ich wylotach powoduje ich odcięcie i zassanie przed elektrofiltrami mokrymi powietrza atmosferycznego. Podobne działanie powoduje wyłączenie wszystkich pomp obiegu zrasznia gazu. Zbyt wysoka temperatura za pokaźnym aparatu kontaktowego powoduje otwarcie całkowitego konfuzora przed wieżą suszącą.

Zabezpieczenie przeciwpompażowe dmuchaw FKS polega na odpowiednim otwarciu przepustnicy na by-passie łączącym kolektory na ssaniu i tłoczeniu. Przepływem przez obejście dmuchawy steruje regulator  $R_{11}$ , który automatycznie otrzymuje wartość zadaną w zależności od położenia kierownicy pracującej dmuchawy, czyli w zależności od aktualnej charakterystyki pracy. Awaryjne wychylenie konwertorów od sygnałów AKP występuje gdy:

- przepływ i ciśnienie dmuchu nadmiernie się obniżą,
- wyłączy się wentylator I stopnia,
- zamknie się droga przepływu gazu przez FKS,
- nastąpi nadmierny wzrost temperatury w wieży płuczającej lub za nią, a nie pracuje wieża równoległa,
- włączone zostaną obie dmuchawy FKS.

Do układów sterowania zamknięciami odcinającymi przepływ gazu związanymi z automatyką przetłaczania należą:

- przepustnice za wentylatorami I stopnia, które automatycznie się otwierają w czasie włączania do pracy konwertora i zamykają przy jego wyłączeniu,
- zamknięcia dzwonowe przed FKS, które automatycznie się zamykają przy działaniu blokad wieży płuczającej,
- zamknięcia konfuzorów kolektora laminatowego przed elektrofiltrami mokrymi, którymi steruje się automatycznie przy zadziałaniu blokad w wieży płuczającej.

Wszystkie układy sterowania i regulacji posiadają możliwość sterowania ręcznego, zdalnego. Układy automatyki przetłaczania gazów konwertorowych oraz pozostałe układy pomiarowe i automatyki nadzorujące pracę FKS zrealizowano programowo przy zastosowaniu sterowników programalnych.

#### 4. Struktura systemu automatyki

System automatyzacji przetłaczania gazów konwertorowych składa się z systemu sterowników i stacji operatorskich FKS- OGK i współpracujących z nim sterowników i paneli operatorskich poszczególnych konwertorów.

System sterowania FKS - OGK składa się ze sterowników MODICON i stacji operatorskich z oprogramowaniem UNICELL. Urządzenia systemu połączone są poprzez system komunikacyjny MODBUS PLUS (patrz rysunek nr2)

Całość systemu obejmuje:

- trzy sterowniki: KU1 - obsługuje napędy urządzeń technologicznych FKS i zasilanie elektrofiltrów,
- KU2 - obsługuje obwody pomiarowe i regulacyjne FKS,
- KU3 - obsługuje obwody pomiarowe, regulacyjne i sterowanie napędów OGK oraz komunikację z systemami sterowania konwertorów,

oraz

- pięć stacji operatorskich: cztery w sterowni FKS i jedna w sterowni OGK.

Sterowanie silników, napędów technologicznych, czytanie danych pomiarowych oraz sterowanie i regulacja parametrów technologicznych wykonywane są przez sterowniki. Wszystkie informacje o procesie, m.in. dotyczące pracy napędów i parametrów technologicznych wyprowadzane są na monitory stacji operatorskich. Poprzez stacje operatorskie sternicy ingerują w pracę napędów i proces technologiczny. Ponadto w stacjach operatorskich następuje detekcja alarmów, archiwowanie danych i wydruk raportów.

Komunikacja pomiędzy poszczególnymi urządzeniami systemu

działa na następujących zasadach:

- stacje operatorskie czytają dane oraz wpisują wielkości analogowe i bity rozkazów w odpowiednie rejestry sterowników,
  - w komunikacji między sterownikami, każdy z nich czyta potrzebne dane z rejestrów współpracujących sterowników (nie zastosowano danych globalnych ani funkcji wpisywania danych przez sterownik),
  - komunikacja z systemami konwertorów odbywa się poprzez sprzęgnięcie wejść i wyjść sterownika KU3.
- Każdy z konwertorów wyposażony jest w sterownik SIMATIC i współpracujący z nim panel operatorski systemu COROS. Sterownik konwertora obsługuje sterowanie napędów konwertora i urządzeń pomocniczych oraz pomiary i regulacje parametrów technologicznych konwertora, dmuchu i odciągu gazów.

#### 5. Stacje operatorskie

##### Program narzędziowy Unicell PC

Programy stacji operatorskich zostały opracowane na bazie systemu Unicell PC firmy AEG. Jest to wielozadaniowy system software'owy służący do wizualizacji i nadzorowania procesu dla komputerów IBM i kompatybilnych. Opiera się on na równoległym działaniu wielu pojedynczych, autonomicznych programów-tzw. zadań. Zadania te zespolone są w jeden całościowy program, który nazywamy aplikacją. Każde ze zdań odpowiedzialne jest za inną część programu (np. komunikację, archiwację, alarmy itd.), natomiast wszystkie korzystają z tej samej, wspólnej bazy danych, aby komunikować się między sobą.

Program zabezpieczony kluczem hardwar'owym, bez którego uruchomienie aplikacji, bądź też dokonanie w niej poprawek jest niemożliwe.

##### Główne stacje operatorskie FKS

Stacje główne w sterowni FKS wyposażone są (każda) w dwa monitory, klawiaturę, myszkę i drukarkę. Obie stacje mają pełne oprogramowanie, tzn. każda z nich obejmuje cały FKS, co w razie awarii jednej ze stacji umożliwia prowadzenie całego procesu z drugiej. Program opracowany dla stacji głównych obejmuje łącznie 54 obrazy, w tym 52 obrazy użytkownika i 2 obrazy systemowe (obraz programu zarządzającego aplikacją i obraz alarmowy). Wyświetlane obrazy zaprojektowane zostały jako kilkupoziomowa struktura, którą przystosowano do pracy dwumonitorowej. Każdy z obrazów można wywołać na jednym lub drugim monitorze za pomocą odpowiedniej kombinacji klawiszy zobrazowanej na ekranie. Ponieważ w danej chwili sternik może operować tylko na jednym- aktywnym- monitorze (tzn. wszelkie jego działania dotyczą obrazu na tym właśnie monitorze, drugi monitor służy tylko do podglądu wybranego obrazu), dlatego też istnieje możliwość przełączania "aktywności" z jednego monitora na drugi.

Na każdym z obrazów znajduje się do tego celu specjalny klawisz. Sternik ma więc możliwości praktycznie swobodnego poruszania się w obrębie utworzonej struktury obrazów, szybkiego przechodzenia do wybranego obrazu, wyświetlania na obu monitorach dowolnej "kombinacji" obrazów i wyboru monitora aktywnego.

Obraz przeglądowy całej instalacji z informacjami o pracy zasadniczych urządzeń obejmuje dwa ekrany. Chcąc otrzymać bardziej szczegółowe dane odnośnie sytuacji na danym węźle instalacji, należy wybrać obraz technologiczny tego węzła. Na obrazach węzłów technologicznych, informacje o poszczególnych obwodach pomiarowych i regulacyjnych wskazywane są na tle schematu technologicznego. Informacje pomiarowe przedstawione są w postaci numerycznej (np. wartość pomiaru, wartość zadana regulacji), natomiast informacje binarne (np. wyłączenie awaryjne napędu, zamknięcie przepustnicy) przy pomocy zmiany atrybutów obrazu, jak kolor, zmiana symbolu, miganie. Przebiegi (trendy) wybranych parametrów technologicznych można obserwować na oddzielnych obrazach, odpowiednich dla danego węzła. Niezależnie od tego jaki obraz jest aktualnie na ekranie, w górnej jego części wyświetlany jest wiersz alarmowy, w którym pojawiają się na bieżąco informacje o wszystkich powstających w instalacji zakłóceniach.

Do przeglądania meldunków alarmowych służy obraz zbiorczy alarmów. Jest to obraz systemowy, na którym można obejrzeć wszystkie występujące w danym momencie w instalacji meldunki alarmowe. Wywołanie tego obrazu jest możliwe z każdego z obrazów aplikacji.

W przebiegu procesu obsługa ingeruje przez klawiaturę lub myszkę. Obwody regulacyjne obsługiwane są na obrazach technologicznych. Chcąc sterować którymś z napędów, należy wywołać odpowiedni dla węzła obraz sterowania napędów i dopiero na nim załączyć lub wyłączyć napęd, bądź też zmienić



rodzaj jego sterowania. Występujące alarmy i inne wybrane informacje o obiekcie są na bieżąco wyprowadzane na drukarkę w postaci jednowierszowych tekstów lub raportów zmianowych, a także rejestrowane w pamięci komputera. Wartości wybranych parametrów są archiwizowane na twardym dysku w sposób ciągły w horyzoncie czasowym w ciągu 7 dni, co powoduje konieczność cotygodniowego zrzucania zbiorów archiwalnych na dyskietkę. Zbiory te można później przetworzyć i obrabiać w odpowiedniej bazie danych.

### Stacja przeglądowa FKS

Stacja przeglądowa nie służy do bezpośredniej obsługi procesu, spełnia natomiast dwie podstawowe funkcje:

- 1) zapewnia możliwość jednoczesnego podglądu najistotniejszych wartości pomiarowych oraz bieżących stanów wszystkich najważniejszych napędów,
- 2) diagnozuje stany awaryjne dmuchaw oraz obrazuje spełnienie warunków koniecznych do ich uruchomienia.

Ponadto stacja ta rejestruje sumaryczny czas pracy wybranych napędów.

Sposób wyświetlania poszczególnych obrazów jest taki sam jak na stacjach głównych.

### Stacje operatorskie OGK

Główna stacja obsługująca odpylnię gazów konwertorowych i nadzorująca proces przetłaczania gazów znajduje się w sterowni FKS. Wyposażona jest ona w dwa monitory, klawiaturę, myszkę i drukarkę. Program stacji zawiera:

- obraz przeglądowy ciągu przetłaczania gazów,
- dwa obrazy technologiczne związane z OGK i przetłaczaniem gazów,
- obraz stanów wentylatorów I i II st. oraz wartości z nimi związanych,
- obraz stanów elektrofiltrów OGK,
- dwa obrazy z wykresami najważniejszych wielkości pomiarowych OGK,
- dwa obrazy systemowe (program zarządzający + obraz alarmowy).

Ogólna struktura programu oraz sposób obsługi procesu opiera się na zasadach analogicznych jak opisane w pkt. opisującym główne stacje operatorskie.

Stację operatorską sterowni OGK stanowi komputer Factory Mate w postaci panelu jednomonitorowego obsługiwane wyłącznie przez klawiaturę zabudowaną w panelu. Jeśli chodzi o informacje wyświetlane na monitorze, to program stacji ma podobną zawartość jak na stacji głównej. Jedynie możliwości ingerencji sternika w proces ograniczono do zakresu czynności dla tej właśnie stacji.

### Panele operatorskie konwertorów

W sterowni każdego z konwertorów zainstalowany jest panel operatorski z monitorem ekranowym 14". Dostarcza on konwertorowemu informacji dotyczących pracy napędu i parametrów technologicznych danego konwertora. Od stacji operatorskich funkcjonalnie panel różni się jedynie brakiem archiwizowania danych pomiarowych i brakiem wydruków.

### Uwagi końcowe

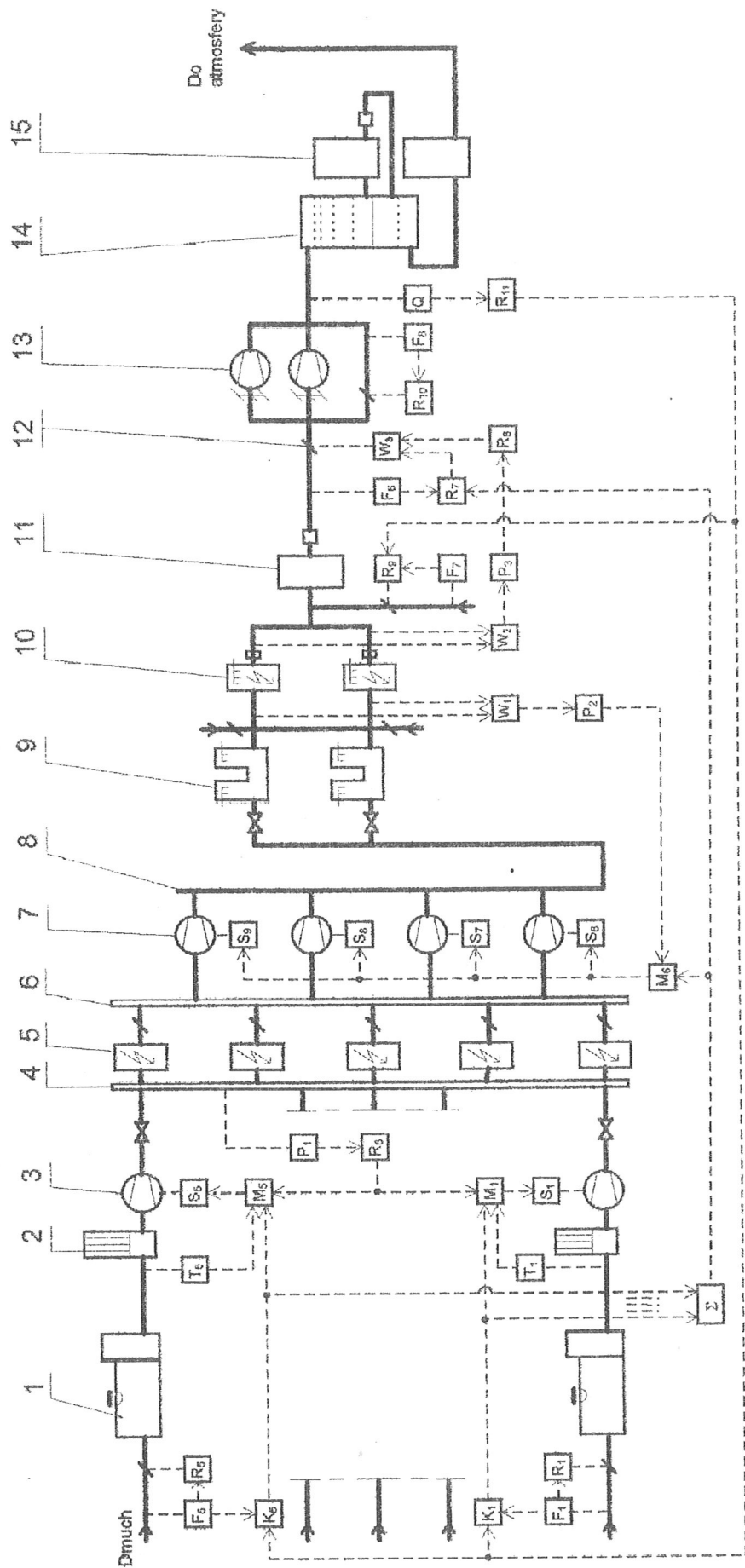
Układ automatyki przetłaczania gazów konwertorowych mimo złożoności został pomyślnie zrealizowany dzięki zastosowaniu programowalnych sterowników. Budowane programowo struktury układów automatyki niejednokrotnie nie mają odpowiedników w tradycyjnej aparaturze. Programowe struktury układów automatyki mogą rozwiązać zadania trudne do zrealizowania metodami tradycyjnymi. Przykład może stanowić zaprogramowana dynamika układu automatycznej regulacji ciśnienia w kolektorze gazu brudnego, dzięki której nie występują nawet krótkotrwałe niepożądane nadciśnienia. Nieodzwone jest zatem stosowanie sterowników gdy rozwiązuje się większe i trudniejsze zadania automatyzacji.

Podkreślić także należy dużą ich niezawodność, czego dowodem jest bezawaryjna dotychczasowa praca.

Dzięki programowym strukturą układów łatwo jest te struktury zmienić, poprawić czy rozbudować.

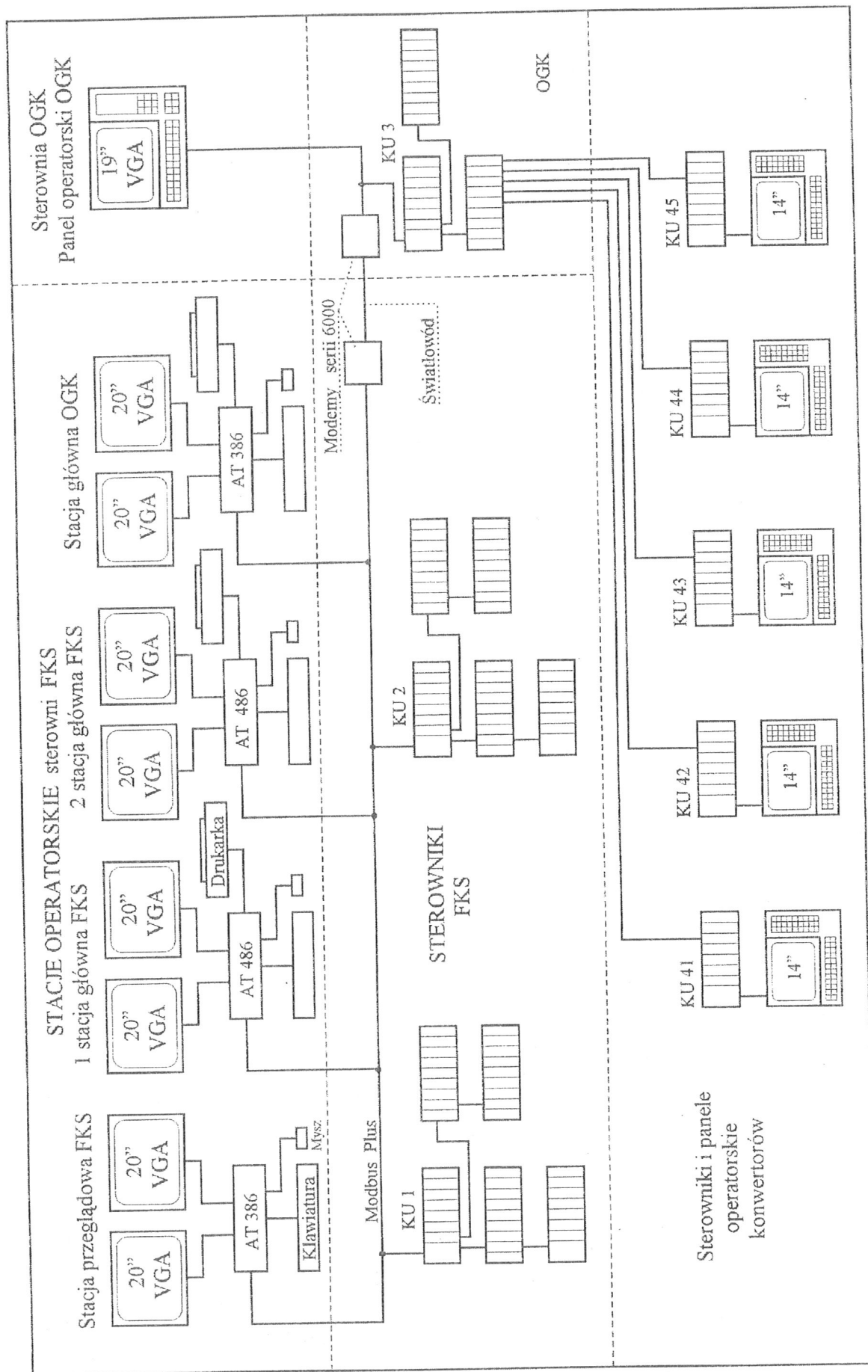
Przykładem tego na omawianym obiekcie może być uzupełnienie układów automatyki w czasie wdrażania systemu o automatyczne wyrównanie prądów obciążenia silników napędowych wentylatorów II stopnia i układ automatycznej regulacji stężenia  $SO_2$ .

Opisany wyżej system automatyki jest jednym z wielu systemów zaprojektowanych i uruchomionych przez Pracownię Automatyki i Pomiarów "BIPROMET" S.A.



Rys.1 Schemat blokowy układu automatyki przetłaczania gazów konwertorowych

1 - konwertor, 2 - chłodnica, 3 - wentylator I stopnia, 4 - kolektor gazu brudnego, 5 - elektrofiltr suchy, 6 - kolektor gazu czystego, 7 - wentylator II stopnia, 8 - kolektor przesyłowy, 9 - wieża płuczcząca, 10 - elektrofiltr mokry, 11 - wieża susząca, 12 - przepustnica regulacyjna, 13 - dmuchawa, 14 - aparat kontaktowy, 15 - wieże absorcyjne I i II stopnia



Rys.2 Konfiguracja systemu automatyki konwerterów, OGK i FKS



## ZASTOSOWANIE CHŁODNIC MIEDZIANYCH W TECHNOLOGII HUTY MIEDZI "GŁOGÓW"

Pod koniec 1977 r. w Hucie Miedzi "Głogów" miał początek rozruch procesu zawieszinowego do jednostadialnego wytopu miedzi blister z polskich koncentratów miedzionośnych.

Wprowadzie technologia wytapiania koncentratów miedzi w zawieszinie, której autorem jest fińska firma Outokumpu Oy, znana była przedtem z licznych zastosowań, to jednak w Polsce po raz pierwszy doprowadzono do bezpośredniego wytopu miedzi z jej koncentratów. Tę aplikację częściowo wymusił charakter polskich koncentratów, ubogich w siarkę i żelazo, ale pionierski charakter nowego procesu był zapowiedzią niespodzianek i nieoczekiwanych problemów.

Już samo połączenie dwóch etapów procesu metalurgicznego w jednym urządzeniu zwiastowało intensywne warunki pracy i wzmożone wymagania eksploatacyjne. Dotyczy to zwłaszcza wyłożenia ceramicznego pieca. Zaprojektowany piec zawieszinowy, bazujący na znanych wcześniej i sprawdzonych tradycyjnych technologiach, w nowych warunkach nie ustrzegł się kilku trudności. Warunki procesu powodują bowiem bardzo szybkie zużywanie się wykładziny ogniotrwałej pieca, wykonanej nawet z najlepszych materiałów ogniotrwałych. Dla przedłużenia żywotności wymurowania pieca, w miejscach najbardziej narażonych na zużycie, przewidziano elementy chłodzone wodą. Oprócz tzw. chłodzenia ociekowego pancerza szybu reakcyjnego pieca, w innych miejscach narażonych na szybkie zużywanie się zastosowano elementy metalowe chłodzone wodą, wbudowane do wymurowania pieca. Są to przede wszystkim chłodnice metalowe w kształcie płyt, zabudowane pionowo za warstwą roboczą wymurowania. Chłodnice te wykonywane są jako bloki miedziane z zatopionymi w nich rurami miedzianymi dla przepływu czynnika chłodzącego. Oprócz chłodnic w kształcie płyt stosowane są różnego rodzaju bloki i elementy o kształtach bardziej skomplikowanych. W niektórych częściach strefy gazowej pieca zawieszinowego zastosowano płytowe chłodnice poziome, umieszczone w wymurowaniu ogniotrwałym pieca.

Konstrukcja tych płyt jest analogiczna do płyt pionowych, różnica polega głównie na innej proporcji wymiarów i lokalizacji wyprowadzeń rur.

Podczas gdy w większości pieców zawieszinowych na świecie otrzymuje się tzw. kamień miedziowy, z którego następnie przez konwertorowanie wytapia się miedź hutniczą, to w piecu zawieszinowym Huty Miedzi "Głogów II" otrzymuje się od razu miedź hutniczą. Związane z tym są znacznie trudniejsze warunki technologiczne (wyższa zawartość tlenu w dmuchu, wyższe temperatury procesu i jego produktów). Powoduje to szybsze zużywanie się wymurowania. Konieczne więc było zwiększenie zakresu stosowania elementów chłodzących w wymurowaniu pieca oraz zastosowanie elementów zapewniających lepsze warunki pracy zarówno samych elementów chłodzących jak i samego pieca. W warunkach pracy pieca zawieszinowego HM "Głogów II" zastosowanie pionowych chłodnic za warstwą roboczą wymurowania pieca nie zapewniało jej należytej żywotności. Następowo szybko zużywanie się warstwy roboczej wymurowania, przyspieszane brakiem dobrego powiązania między wymurowaniem a chłodnicą, a odkrywanie się chłodnic narażało je na bezpośrednie oddziaływanie produktów i czynników pieca. Wiązały się z tym również duże straty ciepłe pieca.

W poszukiwaniu rozwiązań zapewniających dużą żywotność wyłożenia ogniotrwałego pieca przy jednoczesnym ograniczeniu strat ciepłych pieca, zaczęto na początku lat 80-tych próby z miedzianymi płytami chłodzącymi wykonanymi jako bloki metalowo-ceramiczne. Początkowo były to bloki, w których w miedzi z jednej strony zatopione były rury dla czynnika chłodzącego, a z drugiej prostki ogniotrwałe. Prostki ułożone były w pewnych odstępach wypełnionych miedzią (powstawał układ żeber z miedzi, między którymi znajdował się materiał ogniotrwały).

Chłodnice metalowo-ceramiczne tej konstrukcji wykazywały zadawalającą wytrzymałość i żywotność, jednak odsłonięte żebra miedziane są powodem znacznych strat ciepłych. Dla usunięcia tej wady zaprojektowano w BIPROMET S.A. kolejny, nowy typ chłodnic metalowo-ceramicznych, do budowy których zastosowano

specjalne kształtki ogniotrwałe, których profil zapewnia zakrycie metalowych żeber chłodnicy od strony roboczej. Doprowadziło to do znacznego zmniejszenia strat ciepłych, co jest też bardzo istotne przy nagrzewaniu pieca po jego remoncie. Technologia wykonywania obu typów chłodnic została przez HM "Głogów" szybko opanowana.

W zależności od przeznaczenia wykonywane są różne chłodnice, różnej wielkości i różnej grubości części ceramicznej. Podstawowa płyta miedziana z reguły ma grubość 75 mm, natomiast część ceramiczna ma grubość od 150 do 300 mm. Jako materiały ogniotrwałe stosowane są odporne w warunkach procesów wytopu miedzi, wyroby magnetyzowo-chromitowe. W najszerszym zakresie stosowane są chłodnice z żebrami osłoniętymi o grubości części ceramicznej 250 mm i wymiarach 900 x 1100 mm. Wielkość strat ciepłych chłodnicy zależy naturalnie od miejsca zabudowy i panujących tam warunków (strefa gazowa lub żużła - inne współczynniki wnikania ciepła), temperatury w piecu, stopnia zużycia części ceramicznej i rodzaju zastosowanych materiałów. Obliczeniowe jednostkowe straty ciepłe ww. chłodnicy z całkowitym wymurowaniem, z materiału magnezytowo-chromitowego i dla strefy gazowej pieca o temperaturze 1250°C wynoszą ok. 26kW/m<sup>2</sup>, dla tej samej chłodnicy, lecz z użytą częściowo warstwą ceramiczną i odsłoniętymi w związku z tym żebrami, straty te wzrastają do ok. 95kW/m<sup>2</sup>.

Wyniki obliczeń strat ciepłych dobrze pokrywają się z praktycznymi wynikami pomiarów. Mierzone były ilości wody chłodzącej przepływającej przez każdą chłodnicę oraz temperatura wody na wlocie i na wylocie z chłodnicy. Temperatura wody na dopływie do chłodnicy wynosi zwykle od 20 do 30°C. Przyrosty temperatury wody w chłodnicy sięgają od kilku do nawet 30°C w skrajnych przypadkach. Do chłodzenia stosowana jest woda z obiegów zamkniętych wstępnie przygotowana, ale stosowana również woda przemysłowa nie powodowała zarostania rur chłodnic.

Ewolucję chłodnic miedzianych przedstawiono na rys. 1.

Oprócz chłodnic o konstrukcji z rurami miedzianymi stosowane są również w HM "Głogów" elementy miedziane z rurami stalowymi. Są to części ekranów kotła odysknicowego, zainstalowanego za piecem zawieszinowym. Ich konstrukcja podobna jest do chłodnic płytowych (rury stalowe zalane miedzią). Rozwiązanie to zostało dopuszczone do stosowania przez Urząd Dozoru Technicznego. W 1994 r. zastosowano w HM "Głogów" udoskonaloną wersję chłodnic miedziano-ceramicznych z osłoniętymi żebrami. Dla zmniejszenia strat ciepłych chłodnicy, szczególnie w przypadku zużycia części ceramicznej znajdującej się nad żebrami od strony roboczej, wykonane zostały kształtki ogniotrwałe (rys.2) o kształtach powodujących utrzymanie w chłodnicy żeber miedzianych o zróżnicowanej wysokości. Kształt utworzonych przez te kształtki żeber pokazano w aksonometrii na rys.3. Rozwiązanie to zmniejsza naprężenia w kształtkach ceramicznych chłodnicy w płaszczyźnie górnych krawędzi żeber oraz zmniejsza straty ciepłe elementu chłodzącego, szczególnie w przypadku zużycia się części ceramicznej znajdującej się nad żebrami. Odsłonięta zostaje wówczas jedynie część powierzchni żeber.

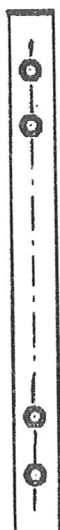
Wszystkie dotychczas zainstalowane w Hucie Miedzi "Głogów" chłodnice wykazały dobrą żywotność i w poważnym stopniu przyczyniły się do przedłużenia żywotności poszczególnych urządzeń piecowych, jak również do przedłużania okresów międzyremontowych. Konstrukcje te znalazły także swoje naśladownictwo w rozwiązaniach zastosowanych w innych hutach miedzi na świecie.

### Podziękowanie.

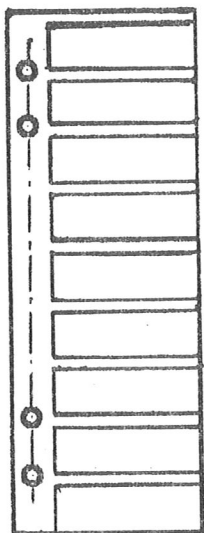
Autor składa tą drogą podziękowanie Dyrektorowi Zarządu BIPROMET S.A. Panu mgr inż. Januszowi Mrowcowi za inspirację i pomoc przy napisaniu tego artykułu.

Rys.1 Chłodnice miedziane w H.M. Głogów

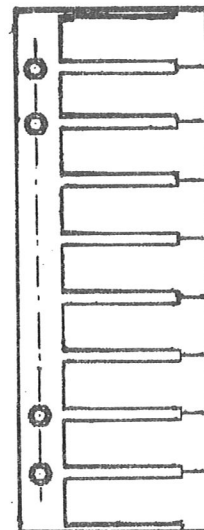
PLYTOWA



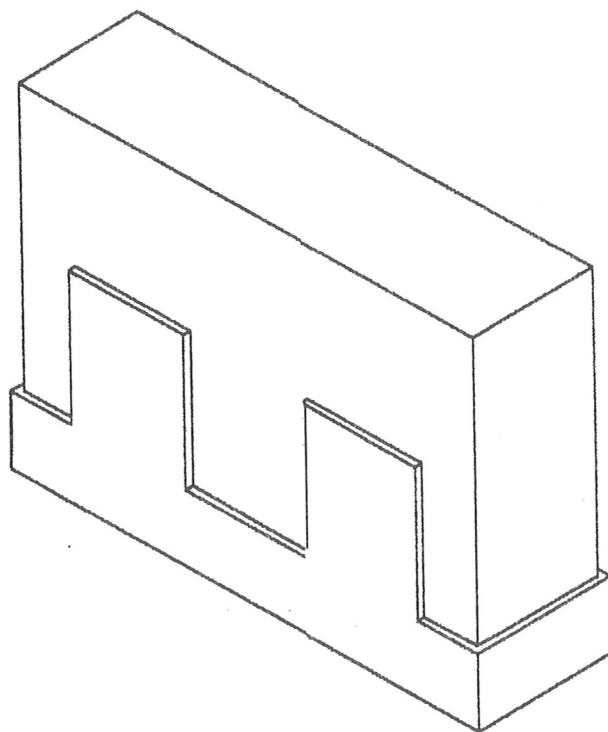
CERAMICZNA  
Z ODSŁONIĘTYMI ŻEBRAMI



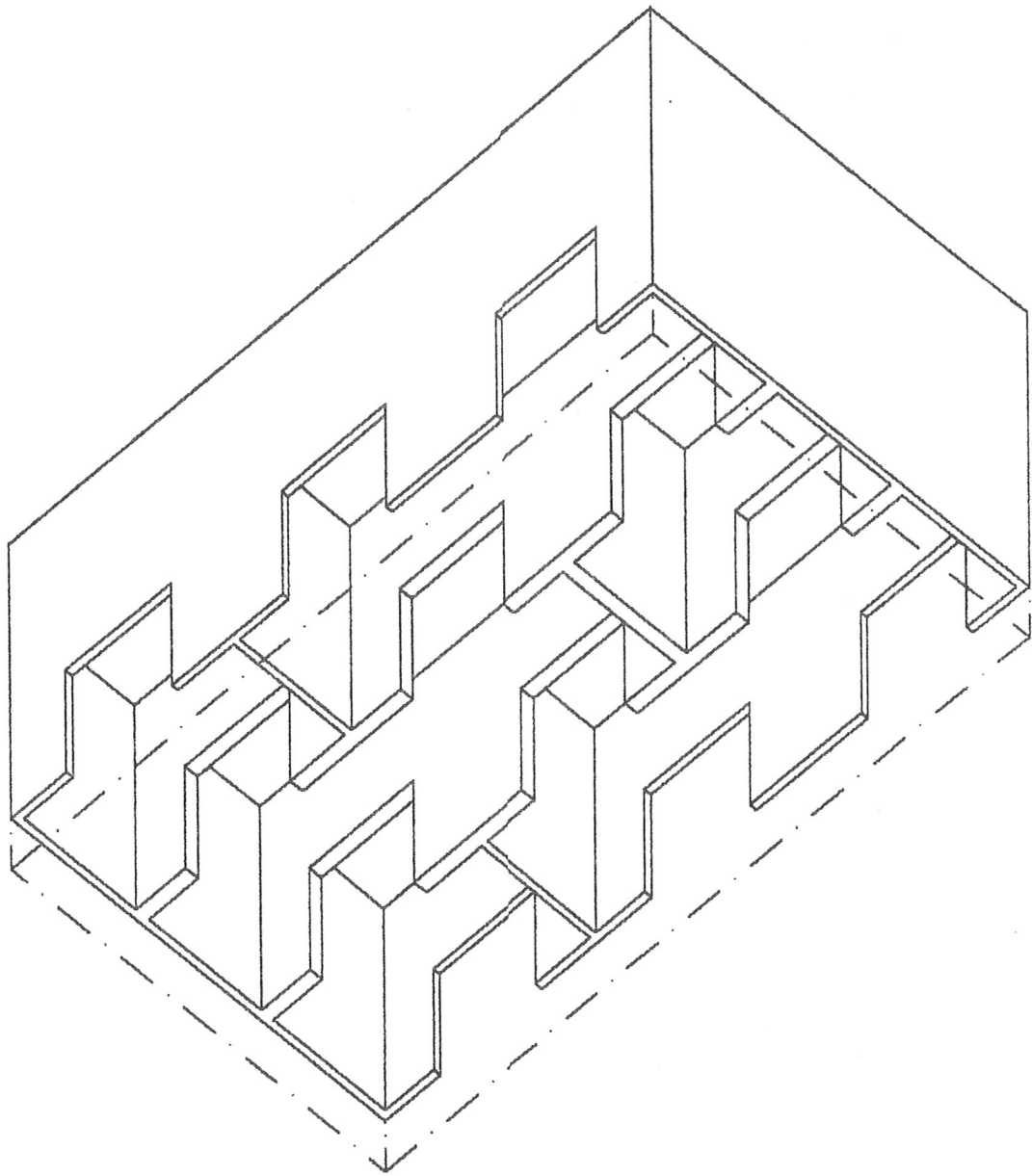
CERAMICZNA  
Z OSŁONIĘTYMI ŻEBRAMI



Rys.2



Rys.3





# DZIAŁALNOŚĆ "BIPROMET" S.A. W DZIEDZINIE OPRACOWAŃ O ROZPRZESTRZENIANIU SIĘ ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA

"Bipromet" S.A. od ponad 35 lat wykonuje dla przedsiębiorstw branży metali nieżelaznych analizy uciążliwości oddziaływania na otaczające środowisko naturalne. W 1976 r. opracowano i wdrożono jeden z pierwszych w Polsce programów komputerowych do obliczania emisji zanieczyszczeń i opadu z zespołu emitorów. Program ten po licznych modyfikacjach użytkowany jest do dnia dzisiejszego. W połowie lat 80-tych, opracowano propozycje zasięgu i sposobu zagospodarowania stref ochronnych dla hut miedzi Legnica i Głogów, hut cynku i ołowiu Szopienice, Miasteczko Śląskie i Bolesław. Propozycje te stały się podstawą wytyczenia przez władzę stref ochronnych w/w hut.

Utworzenie stref w tamtym czasie, ze względu na duże emisje do atmosfery głównie metali takich jak: Cu, Pb, Zn i Cd oraz SO<sub>2</sub> było koniecznością. Były one środkami ochronnymi przed nadmiernym obciążeniem środowiska i zapobiegły lokalizacji budynków mieszkalnych w pobliskim sąsiedztwie zakładów. Obecnie, mimo zmiany przepisów, strefy te nadal egzystują i spełniają swoją ochronną funkcję. Specjalny i indywidualny sposób zagospodarowania wydatnie zmniejsza uciążliwość w/w. hut dla otoczenia. Wykonywaliśmy analizy uciążliwości nie tylko dla pojedynczych zakładów przemysłowych, ale również dla całych rejonów, jak np. w 1980 r. dla LGOM. Z innych nietypowych opracowań wymienić można opracowanie w 1986 r. i w 1994 r. na zlecenie Instytutu Kształtowania Środowiska z Warszawy i Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska propozycji wskaźników emisji dla przemysłu metali nieżelaznych. W 1994 i 1995 r. współpracowaliśmy z Fundacją na Rzecz Efektywnego Wykorzystania Energii w temacie pt. "Strategia zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych w przemyśle metali nieżelaznych".

"Bipromet" S.A. od 1992 r. jest zbiorowym rzeczoznawcą z listy Ministerstwa Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa w dziedzinie ochrony atmosfery, zaś kilku pracowników posiada tytuły rzeczoznawców w tej dziedzinie. Wraz z Politechniką Warszawską opracowano dla potrzeb opracowań analiz uciążliwości hut miedzi "Legnica" i "Głogów" nową metodykę obliczeń. Metodyka ta wkracza poza sztywne ramy obowiązującej dotychczas metodyki zawartej w "Wytycznych obliczenia stanu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego" z 1981/83. Wytyczne te opracowane zostały dla zespołu nieskomplikowanych źródeł emisji, jakimi głównie są ciepłownie. Problemem w omawianym przypadku jest bardziej wiarygodny opis dyspersji zanieczyszczeń z hut miedzi. Są one zespołem emitorów, o zróżnicowanych wysokościach, emisji kilkunastu substancji zanieczyszczających oraz różnym czasie emisji. Stąd rozpoczęto prace na bazie - opracowanej przez Pol. Warszawską, nowej metody, która w odróżnieniu od obowiązującej, oparta jest o rozszerzony model Pasquilla. Uwzględnia ona zjawiska faktycznie zachodzące podczas transportu zanieczyszczeń w atmosferze, a więc: reakcje chemiczne, wymywanie substancji przez śnieg i deszcz oraz suche osiadanie na podłożu. Przemiany chemiczne oznaczają w praktyce zmniejszenie wartości stężenia danego zanieczyszczenia wraz ze zwiększeniem się odległości od źródła emisji. Czas połowicznego zaniku jest wielkością charakterystyczną dla każdego zanieczyszczenia. Zależy on też bardzo często od obecności w powietrzu innych rodzajów zanieczyszczeń, które spełniają rolę katalizatorów. Oznacza to, że w obszarach silnie zanieczyszczonych przemiany chemiczne zachodzą intensywniej niż na obszarach o mniejszych zawartościach zanieczyszczeń. Wymywanie zanieczyszczeń przez opady zmniejsza stężenie zanieczyszczeń wskutek mechanicznego lub chemicznego "wylapywania" cząstek danego zanieczyszczenia przez spadające krople deszczu lub kryształki lodu. Proces suchej depozycji jest najbardziej skomplikowanym procesem zachodzącym podczas transportu

zanieczyszczeń w atmosferze. Zależy on od charakterystyki ruchu turbulencyjnego, stratyfikacji termicznej atmosfery, współczynnika dyfuzji molekularnej, rodzaju pokrycia podłoża i jego własności oraz pory roku. Wszystkie w/w zmiany powodują zmniejszenie stężenia substancji zanieczyszczających w powietrzu i zbliżenie tych wartości do wyników uzyskiwanych w pomiarach emisji.

Wspomniana metodyka zawiera ponadto zmiany, jakie wprowadzają do obecnie obowiązujących "Wytycznych ..... " propozycje nowych "Wytycznych ..... " które mają wejść w życie.

Są to następujące zmiany:

- model stosowany być może do dowolnie niskich emitorów  $h_{\text{mini}} = H = 0$ ,
- maksymalna wysokość emitora w stanie równowagi obojętnej i prędkości wiatru na wysokości  $h_a = 1 \text{ m/s}$  wynosi 500m,
- wysokość anemometru  $h_a = 14 \text{ m}$ ,
- minimalna odległość punktów obliczeniowych od źródła emisji wynosi 20 m,
- wprowadzono średnią prędkość wiatru w warstwie powietrza od  $h$  do  $H$ ,
- prędkość wiatru wzrasta z profilem potęgowym do wysokości 300m i dalej pozostaje stała,
- obliczenie  $U_h$  tj. prędkości wiatru na wysokości geometrycznej źródła sprowadza się do 2 przypadków:

$$1. U_h = U_a \left( \frac{h}{h_a} \right)^m \text{ gdy } h \leq 300 \text{ m}$$

$$2. U_h = U_a \left( \frac{300}{h_a} \right)^m \text{ gdy } h > 300 \text{ m}$$

gdzie  $U_h < 0,5 \text{ m/s}$ , do dalszych obliczeń przyjmuje się  $U_h + 0,5 \text{ m/s}$ .

- wprowadzono kombinację liniową dwóch formuł na obliczenie efektywnej wysokości źródła emisji  $H$  ( $H = h + \Delta h$  - jak dotychczas), która zapewnia ciągłe przejście od formuły Hollanda do Concawe'a,
- wprowadzono wysokość górnej warstwy inwersji,
- stężenie 24 godzinne nie jest normowane,
- zawsze oblicza się opad pyłu.

"Bipromet" S.A. wykonuje, jako jedyna instytucja w kraju obliczenia istniejącego tła zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w oparciu o pomiary emisji przez służby ochrony w zakładzie lub stacji sanitarno-epidemiologiczne. Przez tło rozumie się taki stan zanieczyszczenia atmosfery jaki w danym terenie istniałby, gdyby nie było rozpatrywanego zespołu emitorów. W tym przypadku oparciem są dane pomiarowe o emisji zanieczyszczeń z rozpatrywanego terenu. Do tego celu opracowano specjalną metodykę, która znalazła uznanie Wojewódzkiej Stacji Sanitarno - Epidemiologicznej w Legnicy.

"Bipromet" S.A. współuczestniczył w ustalaniu punktów monitoringu lokalnego opartego na pomiarach manualnych lub ciągłych dla Z.K. "Zdzieszowice", H. Al. "Konin", I. M. "Legnica". Rozoznanie zagadnień tła emisji, źródła jego pochodzenia (nie koniecznie pochodzącego od danego zakładu), kierunku napływu zanieczyszczeń w dany rejon, jest niezbędne dla prawidłowego określenia środków ochronnych eliminujących nadmierne zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego. Niewymiernym aspektem podjętych działań jest zmiana mentalności pracowników bezpośrednio produkcyjnych, czego pierwotnym efektem jest utrzymanie reżimu technologicznego, a wtórnym wyeliminowanie emisji wynikającej z braku dyscypliny eksploatacyjnej.

# SKUTECZNOŚĆ REGENERACJI FILTRÓW PULSACYJNYCH JEDNOKOMOROWYCH I WIELOKOMOROWYCH

Obecnie do odpylania gazów przemysłowych są powszechnie stosowane filtry workowe regenerowane impulsami sprężonego powietrza, w kraju powszechnie nazywane filtrami pulsacyjnymi. Charakterystyczną cechą filtrów pulsacyjnych jest kierunek przepływu oczyszczonych gazów z zewnątrz do środka worka. W filtrach tradycyjnych regenerowanych przez wstrząśnięcie i przedmuch zwrotny oczyszczone gazy przepływają od wnętrza worków na zewnątrz. Zasada działania filtra pulsacyjnego pokazana jest na schemacie rys. 1.

Filtr workowy pulsacyjny składa się z następujących podstawowych zespołów:

- Komory gazów brudnych poz. 1 w której usytuowane są worki filtracyjne.
- Zespołów worków filtracyjnych poz. 2 rozpiętych na koszach wykonanych ze stalowego drutu.
- Przegrody sitowej poz. 3, w której mocowane są w sposób szczelny zespoły worków filtracyjnych.

- Komory gazów czystych poz. 4 wyposażonej od góry w zdejmowalne lub obrotowe pokrywy umożliwiające dojsię do worków oraz w krótcie odciągu odpylonych gazów.

- Rur przedmuchiowych poz. 5, które są zabudowane w komorze gazów czystych.

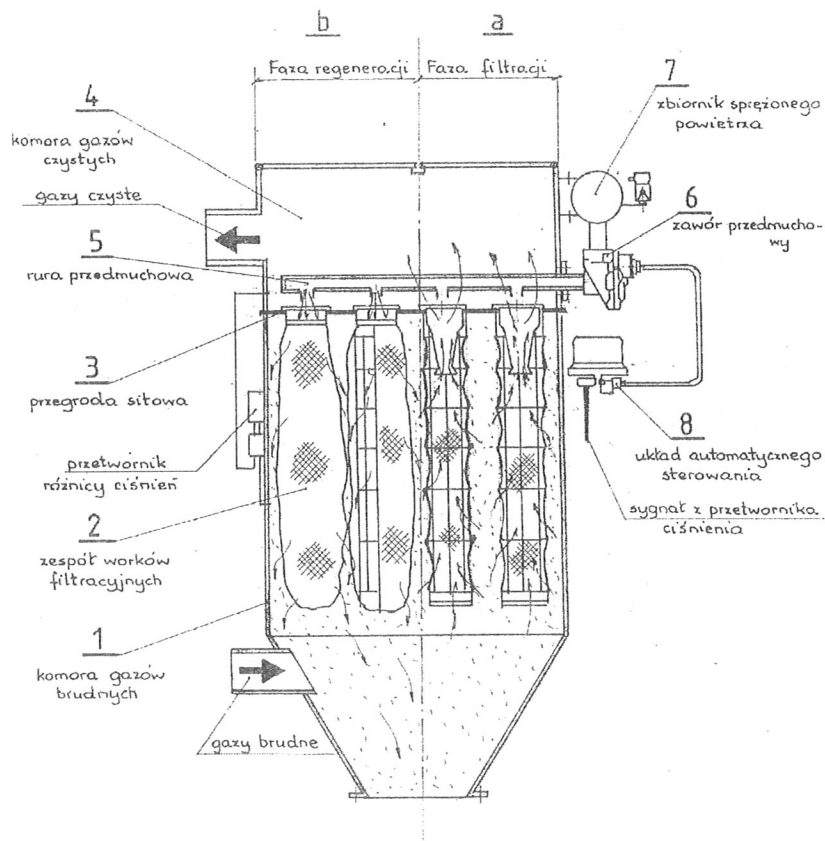
Każda rura przedmuchiowa posiada dysze przedmuchiowe usytuowane w osiach worków na pewnej wysokości od przegrody sitowej.

- Zaworów przedmuchiowych poz. 6 zwykle typu membranowego współpracujących z zaworem pilotowym. Każda rura przedmuchiowa posiada własny zawór przedmuchiowy.

- Zbiorników sprężonego powietrza poz. 7 zasilających zawory przedmuchiowe.

Ciśnienie powietrza w zbiornikach  $0,5 \pm 0,8$  MPa.

- Układu automatycznego sterowania poz. 8 wyposażonego zwykle w mikroprocesor.



Rys.1 Schemat pracy filtra pulsacyjnego  
a - faza pracy  
b - faza regeneracji

Zasada działania jest następująca:

Gazy brudne wprowadzone do komory filtra przepływają przez powierzchnie worków filtracyjnych do ich wnętrza.

Włóknina filtracyjna z której wykonane są worki szczelnie przylega do prętów kosza, a worek w przekroju poprzecznym przybiera kształt wieloboku z wklęsłymi bokami. Pyły zawarte w gazie zostają zatrzymane na zewnętrznych powierzchniach worków, a odpylone gazy przepływają przez otwory w przegrodach sitowych do komory gazów czystych, które połączone są z wentylatorem wyciągowym.

Różnica ciśnień pomiędzy komorą gazów brudnych i komorą gazów czystych stanowi opór filtra i zależy od natężenia przepływu gazów, przewodności włókniny filtracyjnej oraz grubości i struktury warstwy pyłu utworzonej na zewnętrznej powierzchni worka. W miarę upływu czasu wzrasta grubość warstwy pyłu na workach i opór filtra.

Po osiągnięciu przez opór filtra określonej wartości następuje uruchomienie regeneracji filtra. Membranowe zawory otwierane są w sposób bardzo szybki (czas otwierania  $20 \div 30 \mu s$ ) na krótki okres czasu ( $40 \div 60 \mu s$ ). Całkowity czas pracy zaworu przedmuchowego (czas otwierania + czas otwarcia + czas zamykania) wynosi zwykle  $0,1 \div 0,2$  sek.

Przy szybkim otwarciu zaworu każda dysza w rurze przedmuchowej jest źródłem fali uderzeniowej, które przesuwa

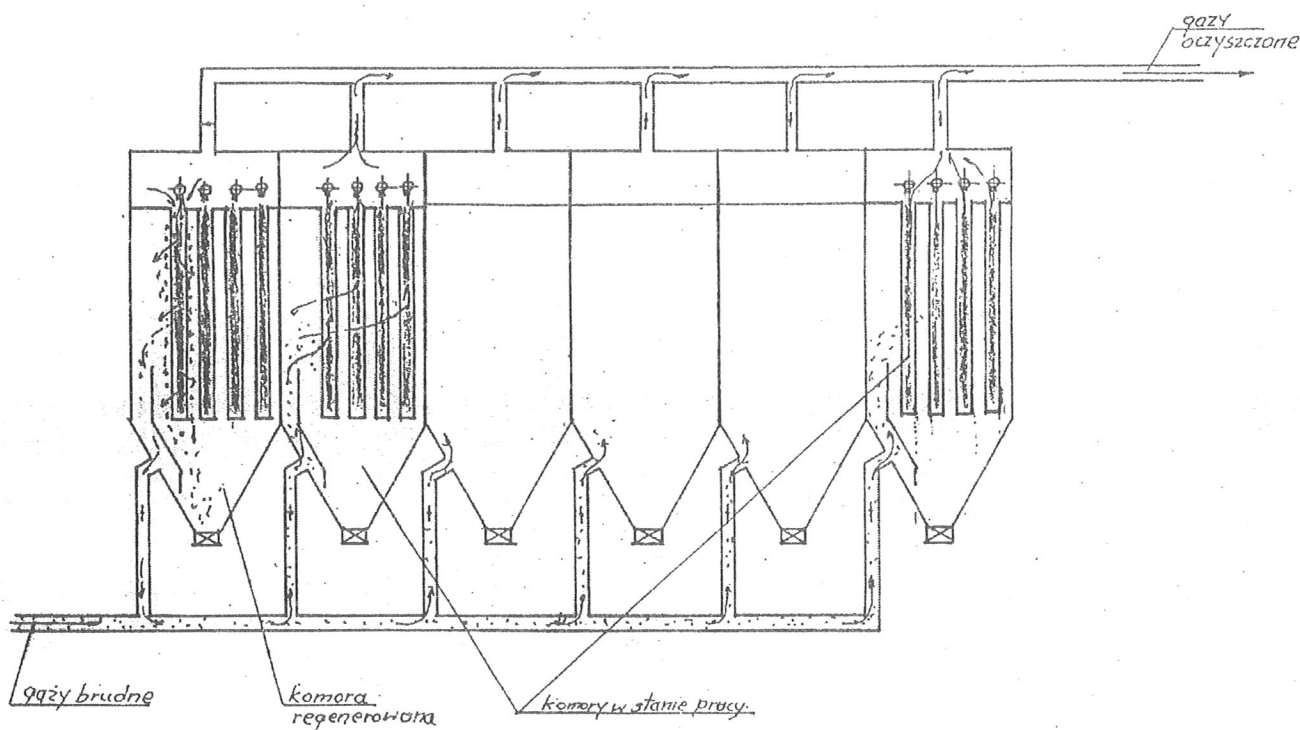
Proces regeneracji prowadzony jest kolejno rzędami.

Po zregenerowaniu wszystkich rzędów worków opór filtra i jeżeli opór ten jest niższy od wartości ustalonej to układ regeneracji jest wyłączony i oczekuje na moment wzrostu oporu filtra do ustalonej wartości co powoduje ponowne uruchomienie instalacji przedmuchu filtra. Stosuje się również czasowe cykle regeneracji w których worki przedmuchiwane są w odpowiednim cyklu czasowym. Filtr pulsacyjny w zasadzie jest dostosowany do prowadzenia regeneracji w czasie jego normalnej pracy tj. bez wyłączania regenerowanych komór z pracy (tzw. system "on line"). Ten sposób regeneracji umożliwia budowę filtrów pulsacyjnych jednokomorowych, które się charakteryzują prostą konstrukcją i niższymi kosztami inwestycyjnymi.

Obecnie w praktyce przemysłowej stosuje się również filtry pulsacyjne wielokomorowe (rys. 1a), w których poszczególne komory są zregenerowane kolejno po włączeniu ich z pracy (system "on line"). Rozwiązanie to posiada większy stopień komplikacji i jest droższe inwestycyjnie.

Zachodzi pytanie jakie są zalety i wady obu systemów regeneracji i w jakich warunkach należy je stosować.

Zaletą filtrów pulsacyjnych regenerowanych w systemie bez odcinania komór ("on line") oprócz prostej budowy filtra, niższych kosztów inwestycyjnych jest równomierność odciążenia gazów ze źródła co ma decydujące znaczenie w wielu procesach technologicznych np. piece obrotowe suszarki, kotły itp.



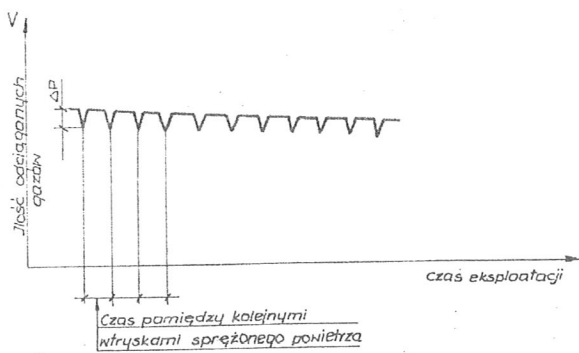
Rys. 1a Schemat filtra wielokomorowego

się wzdłuż worka odrzuca włókninę od prętów wywołując mechaniczny wstrząs. Impuls sprężonego powietrza wywołuje również zjawisko iniekcyjnego zassania oczyszczonych gazów do wnętrza worka i ich wsteczny przepływ przez włókninę filtracyjną powodując usuwanie pyłów z zewnętrznej powierzchni włókniny. W czasie przedmuchu worek przybiera kształt wypukłej beczki (włóknina jest odsunięta od kosza).

Na rys. 2 przedstawiono typowy wykres zmian ilości przepływających gazów przez instalację wyposażoną w filtr pulsacyjny regenerowany w systemie "on line".

Wykres ten ma kształt poziomej linii ząbkowej. Każde zagłębienie na linii ząbkowej odpowiada wtryskowi sprężonego powietrza do filtra. Wysokość ząbków na wykresie jest zależna od ilości zaworów przedmuchowych (rzędu worków w filtrze).





Rys.2 Wykres zmian ilości odciąganych gazów przy stosowaniu filtra pulsacyjnego regenerowanego w systemie "on line"

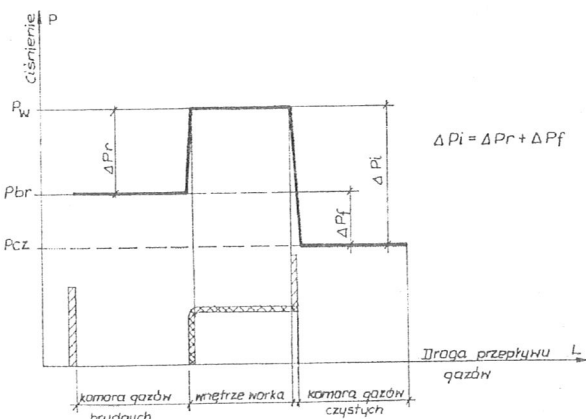
Przy dużej ilości zaworów przedmuchiowych (20 szt. i więcej) wahania przepływu gazów spowodowane przedmuchiem są praktycznie niewidoczne. Linia zębowa na rys. 2 jest pochylona w dół. Oznacza to, że w miarę upływu czasu następuje utrata przewodności worków i zmniejszenie się wydajności instalacji. Stopień pochylecia linii zębowej zależy głównie od własności pyłów oraz skuteczności układu regeneracji.

W praktyce żywotność włókniny zmienia się w szerokich granicach od kilku miesięcy do kilku lat przy małych filtrach (4-6 zaworów przedmuchiowych) obniżenie wydajności w czasie wtrysku sprężonego powietrza jest bardzo duże i może przekraczać nawet 50% nominalnej wydajności. Z tego powodu również małe filtry powinny mieć co najmniej 6 rzędów worków (6 zaworów przedmuchiowych).

Zasadniczą wadą filtrów pulsacyjnych pracujących w systemie regeneracji "on line" jest mniejsza skuteczność regeneracji oraz występowanie tzw. zjawiska wędrowania pyłów.

Aby przedmuchi włókniny był skuteczny jego intensywność musi być tak duża, aby opór przepływu wstecznego był równy co najmniej 1,5 oporu filtracji.

Impuls sprężonego powietrza musi wytworzyć we wnętrzu worka nadciśnienie  $P_w$  o takiej wartości aby różnica ciśnień we wnętrzu worka i na zewnątrz worka wyniosła w czasie przedmuchi co najmniej  $1,5 \Delta P_f$  gdzie  $\Delta P_f$  - opór filtracji. Dla filtrów dużych o co najmniej kilkunastu rzędach worków można założyć, że w czasie regeneracji jednego rzędu ciśnienia w strefie brudnej i czystej filtra nie ulegają praktycznie zmianie.



Rys.3 Wykres rozkładu ciśnień w filtrze pulsacyjnym regenerowanym w systemie "on line" w momencie wtrysku spręż. powietrza

Zgodnie z oznaczeniami na rys. 3 na którym przedstawiono rozkład ciśnień we wnętrzu filtra w czasie regeneracji można napisać:

$$\Delta P_r = P_{br} - P_{cz} \quad (1)$$

gdzie:

$\Delta P_r$  - opór filtracji

$P_{br}$  - ciśnienie w komorze gazów brudnych

$P_{cz}$  - ciśnienie w komorze gazów czystych

$$\text{oraz } \Delta P_r = P_w - P_{br} \geq 1,5 \Delta P_f \quad (2)$$

gdzie:

$\Delta P_r$  - opór regeneracji

$P_w$  - ciśnienie wewnątrz worka w czasie regeneracji

porównując równanie 1 i 2 otrzymuje się

$$P_w \geq 2,5 P_{br} - 1,5 P_{cz} \quad (3)$$

Natomiast różnica ciśnień  $\Delta P_{pi}$ , którą musi zapewnić inżektor (wtrysk powietrza)

wynosi:

$$\Delta P_{pi} = P_w - P_{cz} \quad (4)$$

z równania 3 i 4 wynika:

$$\Delta P_{pi} \geq 2,5 P_{br} - 2,5 P_{cz} \text{ ostatecznie}$$

$$\Delta P_{pi} \geq 2,5 \Delta P_f \quad (5)$$

W systemie regeneracji filtra bez wyłączenia komór z pracy wtrysk powietrza do worka powinien mieć zdolność do wytwarzania nadciśnienia liczbowo równego 2,5 wartości oporu filtracji. W miarę eksploatacji filtra następuje utrata przewodności włókniny i występuje stopniowy wzrost oporu filtracji co automatycznie powoduje obniżenie się skuteczności regeneracji. Przy odpowiednio dużym oporze filtracji układ regeneracji staje się nieskuteczny, wtrysk powietrza do worków nie jest w stanie wywołać wstecznego przepływu gazów przez worek i nadciśnienia odrzucającego worek od prętów kosza. Chcąc utrzymać skuteczność regeneracji na tym samym poziomie należałoby zwiększyć w miarę wzrostu oporu filtracji intensywność przedmuchi - ciśnienie sprężonego powietrza lub jego ilość (np. wymiana dysz przedmuchiowych).

w praktyce duże jednostki filtracyjne posiadają własne kompresory pozwalające zmienić ciśnienie powietrza w systemie regeneracji w granicach  $0,5 \div 0,8$  MPa.

W pierwszym okresie eksploatacji prowadzi się regenerację filtra przy ciśnieniu powietrza w granicach 0,5 MPa, a w końcowym okresie przy ciśnieniu 0,8 MPa. W niektórych zakładach eksploatacyjnych filtry pulsacyjne regenerowane w systemie "on line" tracą one zdolność regeneracji po 5-12 miesiącach, dalsza ich eksploatacja odbywa się z okresowym wyłączeniem ich z pracy (zwykle co 4 ÷ 24 godz.) i ich intensywnym regenerowaniu przez okres 1 ÷ 2 godz. Czasem silne przedławienie wentylatora odciągowego wystarcza do osiągnięcia skutecznej regeneracji, która objawia się dużą ilością opadającego pyłu. Również w niektórych zakładach metali nieżelaznych są filtry (nawet importowane) eksploatowane z przerwami na regenerację.

Filtry eksploatowane w w/w sposób wymagają modernizacji w zakresie zwiększenia skuteczności regeneracji.

Zwykle wymiana zaworów przedmuchiowych na nowe o większej przepustowości oraz zwiększenie średnic dysz przedmuchiowych rozwiązuje problem.

Wykonana przez "Bipromet" S.A. modernizacja układu regeneracji jednego z filtrów obejmująca między innymi wymianę zaworów 3/4" na 1" oraz zwiększenie średnic dysz przedmuchiowych z  $\phi 8$  na  $\phi 10$  całkowicie rozwiązała problem regeneracji tego filtra. Przed modernizacją opór filtra zrastał do 2200 Pa po 6-ciu do 8-miu miesięcznych eksploatacji. Zmniejszenie oporu filtra w ciągu 17 - to miesięcznej eksploatacji utrzymuje stały opór w granicach 1200 Pa. Dalszym niekorzystnym zjawiskiem przy regeneracji filtrów w systemie "on line" jest "wędrowanie pyłów". Opadające pyły z regenerowanych worków są wychwytywane przez worki sąsiednich rzędów. Dużą część zrzucanych pyłów powraca również na worki regenerowane, które są wyłączone z pracy tylko na ułamki sekundy.

Ma to dość istotne znaczenie przy pyłach drobnych. To zjawisko wymaga stosowania większych częstotliwości regeneracji.

Filtry jednokomorowe regenerowane w systemie "on line" można stosować do pyłów dobrze regenerujących się w instalacjach pracujących okresowo i przy mniejszych jednostkach. Filtry te powinny pracować z mniejszymi szybkościami filtracji, mniejszymi oporami filtracji i posiadać intensywniejszy system regeneracji. Dla warunków ciężkich korzystniej jest stosować filtry pulsacyjne wielokomorowe z wyłączeniem komór w czasie regeneracji (system "off line").

Przy regeneracji z wyłączeniem komór wymagane ciśnienie iniekcji jest mniejsze i zgodnie z rysunkiem 4 wynosi:

$$\Delta P_{pi} = 1,5 \Delta P_r \quad (6)$$

Powyższa zależność jest oczywista ponieważ ciśnienia w komorze gazów czystych i brudnych są identyczne co pokazano na rys. Nr 4. na którym przedstawiono wykres ciśnień w regenerowanej komorze po jej odcięciu od instalacji odciągowej. Wynika z powyższego, że ten sam układ przedmuchowy daje o ok. 60% wyższą szybkość przepływu zwrotnego przy systemie regeneracji "off line".

Stąd większa skuteczność regeneracji w systemie "off line". System ten ma jednak szereg wad w stosunku do systemu "off line", a mianowicie:

- Filtr jest bardziej rozbudowany, musi posiadać kolektory wlotowy i wylotowy z mechanicznie napędzanymi zasuwami odcinającymi.

W związku z tym filtr o tej samej powierzchni jest około 15% droższy.

- Filtr regenerowany w systemie "off line" powinien posiadać większą powierzchnię ponieważ należy założyć że jedna komora

jest zawsze wyłączona do regeneracji.

- Wyłączenie komory do regeneracji powoduje skokowe zmniejszenie ilości odciąganych gazów ze źródła co ma zasadnicze znaczenie dla wielu procesów technologicznych.

Charakter zmiany ilości gazów odciąganych ze źródła przedstawiono na rys. 5. Wyłączenie z pracy komory powoduje skokowe zmiany ilości odciąganych gazów ze źródła. Wielkość tej zmiany zależy od ilości komór filtra oraz stosunku oporu filtra do całkowitej instalacji i jest wyliczona w oparciu o ogólnie znane równania przepływu. Dla procesów technologicznych gdzie zmiany odciążu gazów w granicach  $5 \div 10\%$  nie mają istotnego znaczenia można stosować filtry 8-mio komorowe lub nawet z mniejszą ilością komór. Przy dużych instalacjach kotłowych stosuje się filtry 12-to komorowe i więcej.

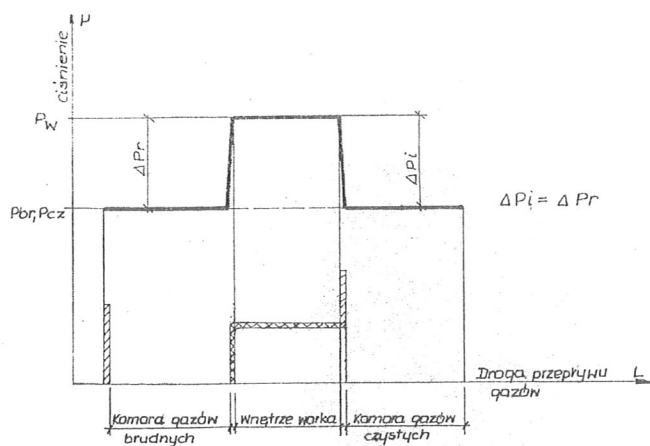
Przy stosowaniu systemu regeneracji "off line" unika się wędrowania pyłów w filtrze.

Pyły zrzucone z worków również nie pracują. Również worki aktualnie zregenerowane nie porywają opadających pyłów bo są również wyłączone z pracy.

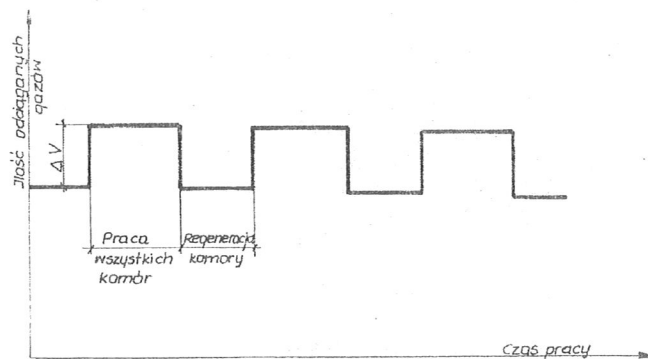
Stosując odpowiednie przerwy pomiędzy regeneracją poszczególnych rzędów oraz odpowiednie czasy sedymentacji po zregenerowaniu całej komory unika się pionownego osadzania zrzuconych pyłów na zregenerowanych workach.

Filtr wielokomorowy ma również tę zaletę, że pozwala wyłączyć dowolną komorę z eksploatacji dla dokonania przeglądu.

Ogólnie można stwierdzić, że dwie instalacje odpylające ruchem ciągłym od których wymaga się dużej niezawodności powinny być wyposażone w filtry wielokomorowe regenerowane w systemie "off line".



Rys.4 Wykres rozkładu ciśnień w filtrze pulsacyjnym regenerowanym w systemie "off line" w momencie wtrysku spręż. powietrza



Rys5 Wykres zmian ilości odciąganych gazów przy stosowaniu filtra pulsacyjnego wielokomorowego regenerowanego w systemie "off line"

# PROBLEMY EFEKTYWNEGO GOSPODAROWANIA WODĄ I ŚCIEKAMI W PRZEMYSŁE METALI NIEŻELAZNYCH

Zagadnienia związane z tematyką efektywnego i oszczędnego prowadzenia gospodarki wodno-ściekowej na terenie zakładu przemysłowego stają się w ostatnich latach kluczowym problemem.

Deficyt wody, koszty opłat za korzystanie z wód oraz zrzut ścieków do odbiornika wzrastające wymogi dotyczące z jednej strony jakości wody przemysłowej dla procesów technologicznych zaś z drugiej jakości ścieków odprowadzanych do odbiornika, stawiają służby energetyczne zakładów przemysłowych w coraz trudniejszej sytuacji. W związku z powyższym pojawia się pytanie: co dalej z gospodarką wodno-ściekową zakładu?

Odpowiedź nasuwa się sama: istnieje konieczność traktowania zagadnień wodnych na równi z zagadnieniami produkcyjnymi.

W niniejszym referacie przedstawiono zarys propozycji optymalnych pod względem ekonomicznym i ekologicznym, rozwiązań technicznych w szeroko pojętej gospodarce wodno-ściekowej zakładów przemysłu metali nieżelaznych. Poparto je przykładami wdrożeń zrealizowanych i realizowanych w ostatnich latach w naszym przemyśle przy współudziale Bipromet S.A. jako jednostki projektowej.

Huta Aluminium "Konin" odgrywa w przemyśle aluminiowym znaczącą rolę. Zakład ten do końca lat 80-tych praktycznie nie miał uporządkowanej gospodarki wodno-ściekowej. Obecnie zakład nie odprowadza do środowiska żadnych ścieków. Pod koniec lat 70-tych została opracowana technologia oczyszczalni ścieków przemysłowo-deszczowych. W latach 80-tych BIPROMET S.A. na bazie tej technologii, opracował w dwóch etapach projekty techniczne oczyszczalni ścieków przemysłowo-deszczowych, która miała stać się integralną częścią tzw. zamkniętych obiegów wodnych. Na przełomie lat 80-tych i 90-tych oczyszczalnia została sprawnie wybudowana i oddana do użytku. Od dwóch lat tj. od momentu jej uruchomienia huta praktycznie nie odprowadza ze swego terenu ścieków (tak sanitarnych, jak i przemysłowo-deszczowych). Technologia oczyszczania ścieków oparta została na procesie koagulacji zawieszin i filtracji ciśnieniowej. Przewidziano retencję wszystkich ścieków deszczowych (z powierzchni blisko 130 ha), które po wstępnym oczyszczeniu uzupełniają obiegi wodne huty. Ścieki sanitarne z terenu huty są również zwracane po ich dwustopniowym oczyszczeniu. Wykorzystano w tym celu istniejącą oczyszczalnię ścieków sanitarnych (odtłuszczacz, osadnik Imhoffa), dobudowując nowoczesną, w pełni zautomatyzowaną chlorownię ścieków. Ścieki sanitarne poddane wstępnemu oczyszczeniu biologicznemu oraz procesowi mineralizacji substancji organicznych, zwracane są na nowo wybudowaną oczyszczalnię chemiczną, gdzie wraz ze ściekami przemysłowo-deszczowymi poddawane są dalszej obróbce chemicznej. Efekty tych zabiegów są widoczne od momentu rozruchu oczyszczalni. Całość ścieków sanitarnych w ilości ok. 50 m<sup>3</sup>/d zwracana jest na teren huty w postaci wody przemysłowej. Zredukowano w ten sposób do zera zrzut ścieków do kanalizacji miejskiej, uzyskując m.in. ograniczenie zużycia energii elektrycznej na ich 3-stopniowe przetłaczanie do miasta.

Zamknięte obiegi wodne Huty Aluminium "Konin" pracują już trzy lata. Wysoka kultura techniczna służb eksploatujących oczyszczalnię gwarantuje jej wysoką sprawność oraz stawia zakład, w aspekcie gospodarki wodno-ściekowej, w gronie firm ekologicznie bezpiecznych. Wymierne są również efekty ekonomiczne zrealizowanej inwestycji. Ograniczenie do zera kosztów związanych z płaceniem kar za zrzut ładunków zanieczyszczeń do odbiornika stanowi znaczący efekt ekonomiczny wybudowania stosunkowo drogiej oczyszczalni.

Drugim przykładem zdrowego, ekologicznego podejścia do tematu kompleksowego rozwiązania gospodarki wodno-ściekowej jest Huta "Będzin".

W latach 1992 - 1994 wybudowana została w hucie oczyszczalnia

ścieków przemysłowo-deszczowych. Oczyszczalnia ta zaprojektowana przez BIPROMET S.A. bazuje na technologii opracowanej na początku lat 80-tych. Opiera się ona na: retencji ścieków, koagulacji objętościowej w urządzeniach wielofunkcyjnych (akceleratorach), filtracji ciśnieniowej i magazynowaniu oczyszczonych ścieków (jako wody przemysłowej) w zbiorniku wieżowym. Praktycznie całość ścieków przemysłowo-deszczowych poddana jest procesowi oczyszczania i zwracana na teren huty w postaci wody przemysłowej. Efekt ekologiczny i ekonomiczny widoczny jest "gołym" okiem już po półrocznej pracy oczyszczalni ścieków. Dzięki sprawności służb energetycznych zakładu, większość zwracanej wody przemysłowej wykorzystywana jest powtórnie w procesach produkcyjnych. Na dzień dzisiejszy daje to ok. 50%-we zmniejszenie zużycia wody pitnej na cele produkcyjne (przeważnie uzupełnianie obiegów chłodniczych).

Oszczędność wody oraz elastyczność eksploatacyjna urządzeń do jej uzdatniania to kolejne przesłanki do stosowania nowoczesnych technologii w gospodarce wodnej. Przykładem takiego podejścia do w/w zagadnień jest współdziałanie w ostatnich miesiącach BIPROMET S.A. w modernizacji obiegu wodnego granulacji żużla w HM "Głogów" II. Próba zastosowania tam nowoczesnych, opatentowanych na całym świecie tzw. chłodziń prędkościowych ( $\Delta t = 25 - 40^{\circ}\text{C}$ ) produkcji polskiej, w połączeniu z nowoczesną techniką zachłodnią reprezentowaną przez filtry samoczyszczące do wody, może stanowić wstęp do szerszego stosowania tych urządzeń w przemyśle metali nieżelaznych. Wysoka sprawność chłodziń, uzyskiwana dzięki unikalnemu rozwiązaniu wypełnień komórkowych-zraszalników, przy minimalnych stratach wody w obiegu (bardzo skuteczny skraplacz pary) stawia je w pierwszym rzędzie urządzeń służących do schładzania wody w zamkniętych obiegach chłodniczych. Oddzielnym zagadnieniem, na które trzeba zwrócić uwagę jest szersze stosowanie filtrów samoczyszczących do wody. Ich nieprzerwana praca w czasie cyklu płukania stwarza komfortowe warunki dla służb je eksploatujących, ograniczając do minimum wynikające z tego faktu straty wody.

W podsumowaniu warto zwrócić uwagę na kilka kluczowych zagadnień o których należy pamiętać podejmując decyzję co do kierunków modernizacji gospodarki wodno-ściekowej zakładu. Służby energetyczne zakładu oraz służby inwestycyjne powinny uwzględnić:

- \* intensyfikację istniejących technologii oczyszczania wód i ścieków - jest to najtańszy środek zaradczy, szersze stosowanie wysokosprawnych polielektrolitów oraz niedocenianych, a jakże skutecznych osadników wielostrumieniowych, może znacznie polepszyć sprawność istniejących urządzeń (zbiorniki, osadniki, komory przepływowe), przy minimalizowaniu kosztów na ten cel ponoszonych;

- \* inwestowanie w technologie bezodpadowe (beźściekowe) - jest to wprawdzie kosztowny rodzaj modernizacji zakładu, jednakże pokrywający się z tendencjami ogólnoswiatowymi;

- \* inwestowanie w nowoczesne technologie oczyszczania ścieków i wody;

- \* optymalizowanie czasu trwania cyklu inwestycyjnego - od projektu do rozruchu - jest to w dzisiejszych czasach kluczowy aspekt zagadnień związanych z modernizacją gospodarki wodno-ściekowej zakładów przemysłowych, optymalny czas realizacji inwestycji gwarantuje zastosowanie najbardziej w danej chwili nowoczesnych technologii do rzeczywistych i przewidywanych potrzeb zakładu.

Przedstawiony powyżej zarys propozycji nowego spojrzenia na problemy efektywnego gospodarowania wodą w zakładach przemysłu metali nieżelaznych powinien ułatwić odpowiednim służbom podjęcie najważniejszych dróg rozwiązania własnych problemów.

# MODERNIZACJA WALCAREK W WALCOWNI TAŚM HUTY "FLORIAN"

Walcownia Taśm w Hucie "Florian" jest producentem taśm stalowych ze stali konstrukcyjnych węglowych wyższej jakości oraz ze stali konstrukcyjnych stopowych o zakresie grubości 0,3-5,0 mm i szerokości 140-280 mm, Produkowana taśma zwijana jest w kręgi o średnicy wewn. 500 mm i średnicy zewn. 1250mm. Wsadem do produkcji jest taśma stalowa o grubości 2-6 mm pochodząca głównie z Huty "Sendzimira". Technologia produkcji taśmy w Walcowni Taśm "Florian" polega na wstępnym przygotowaniu wsadu poprzez jego wytrawienie i walcowanie wstępne na jednej z pięciu walcarek kwarto nawrotne w 4-6 przepustach. Po tej wstępnej obróbce następuje wyżarzanie rekrytalizujące kręgów taśmy w piecach tunelowych. Tak przygotowany półprodukt walcowany jest wygładzająco na żądany wymiar w walcierce duo wygładzającej, a następnie w zależności od wymogów klienta: cięty wzdłużnie i zwijany w mniejsze kręgi oraz pakowany.

Ze względu na rosnące wymagania klientów dotyczące jakości produkowanej taśmy, w szczególności czystości jej powierzchni i zachowania wąskich tolerancji grubości Huta "Florian" stanęła przed koniecznością przeprowadzenia modernizacji wydziału Walcowni Taśm. "BIPROMET S.A." przystąpił do realizacji tego przedsięwzięcia w oparciu o doświadczenie amerykańskiej firmy INTERGRATED INDUSTRIAL SYSTEMS (I'S). I'S jest autorem licznych modernizacji walcarek w oparciu o będący przedmiotem patentu system hydraulicznej nastawy walców i automatycznej kontroli grubości (AGC).

W Hucie Florian zdecydowano w pierwszym rzędzie remontować walcarkę duo wygładzającą, która daje produkt finalny. Walcarka ta zaprojektowana przez "BIPROHUT" i uruchomiona na początku lat 70-tych ma następujące podstawowe parametry:

- średnica walców roboczych 450 mm,
- długość beczki walca 350 mm,
- moc silnika napędowego 220 kW,
- moc silników zwijarki i rozwijarki 2x44kW,
- max siła nacisku 130 Ton
- nastawa walców hydrauliczna z cylindrami umieszczonymi pod poduszkami dolnego walca,
- chłodzenie walców i taśmy emulsją w oparciu o olej walcowniczy w obiegu zamkniętym.

W ramach modernizacji wymieniono dotychczasowy system nastawy walców na nowy hydrauliczny wyposażony w układ automatycznej kontroli grubości (AGC), który pozwala na znaczne zawężenie tolerancji grubości taśmy. Stosowanie tego typu układów rozpoczęło się w latach 50-tych, kiedy to wprowadzono pierwsze hydromechaniczne nastawy walców (NOUVEL SPIDEM 1958), a następnie klatki o stałym odstępnie walców (LOEWY-ROBERTSON - "Constant-gap rolling mill"). W latach 70-tych nastawy hydrauliczne rozpowszechniły się w walcarkach wygładzających. Współczesne hydrauliczne nastawy walców z układem automatycznej kontroli grubości (AGC) rozwinęły się dzięki udoskonaleniu elementów automatyki elektrohydraulicznej, a zwłaszcza serwowaworów stosowanych w technice rakietowej oraz rozpowszechnieniu się techniki komputerowej. Do zalet tego typu układów należą:

1. szybkość działania 10/50 razy większa aniżeli w tradycyjnych mechanizmach śrubowych w przypadku omawianej walcarki INTERGRATED INDUSTRIAL SYSTEMS (I'S) uzyskuje się zmianę nastawy o 25 um w czasie 0,02 sekundy,
2. sprawność 50% w porównaniu z 5-10%- sprawności mechanizmów śrubowych
3. możliwość ciągłej kontroli i regulacji grubości walcowanego pasma w oparciu o bieżące pomiary i przetwarzanie danych w komputerze walcarki z uwzględnieniem własności walcowanego materiału, a w szczególności krzywych umocnienia.

Zastosowanie powyższego systemu w modernizowanej walcierce umożliwiło produkcję taśm o znacznie zmniejszonym polu tolerancji grubości, przy czym przeprowadzony test gwarancyjny polegający na przewalcowaniu 60 kręgów o grubości od 4,01 mm i gniocie 2,7% do grubości 0,35 mm i gniocie 14% wykazał, że

uzyskana tolerancja nie przekracza 10 µm przy grubości taśmy 0,5 mm i 20 mm przy grubości 4,0 mm (wg PN-72/H-92320 dopuszcza się + 0,025µm dla grubości 0,5mm). Wykorzystywanie do regulacji odstępu walców przemysłowej wersji komputera z procesorem 486 dało możliwość dodatkowej rejestracji wszystkich parametrów procesu walcowania i prowadzenia statystycznej kontroli procesu (SPC). INTERGRATED INDUSTRIAL SYSTEMS jest autorem własnego programu, który na podstawie pomiarów dokonywanych przez mierniki grubości umieszczone przed i za klatką walcowniczą tworzy na bieżąco w czasie walcowania wykres grubości odwalcowanej taśmy. Otrzymane wyniki zgodne są ze standardem Ford Motor Company dla taśm stalowych głównie dla potrzeb przemysłu motoryzacyjnego.

Na podstawie danych uzyskanych w czasie walcowania system SPC tworzy metrykę odwalcowanego kręgu, która zawiera następujące informacje o kręgu:

- data i godzina walcowania,
- nr zmiany i dane operatora walcarki.
- nr kręgu,
- adres odbiorcy,
- wykres kontrolny grubości taśmy,
- rozkład grubości wyjściowej,
- grubość wejściowa,
- czas i prędkość walcowania,
- inne dane w zależności od wymogów odbiorcy.

Jednocześnie omawiany system posiada możliwość obliczenia programu przepustów dla danego gatunku materiału w oparciu o krzywe umocnienia (przechowywane są w pamięci komputera krzywe umocnienia podstawowych gatunków stali oraz istnieje możliwość wprowadzenia krzywych umocnienia dla innych gatunków wybranych przez użytkownika), a także przeprowadzenia optymalizacji procesu walcowania ze względu na np. zużycie mocy.

Kolejnym elementem modernizacji walcarki duo wygładzającej było zagadnienie poprawienia jakości powierzchni produkowanej taśmy. Stosowany dotychczas sposób chłodzenia walców emulsją powodował powstawanie na powierzchni taśmy licznych plam i zanieczyszczeń, które były źródłem tworzenia się korozji na taśmach dostarczanych odbiorcom. W celu wyeliminowania tej wady zdecydowano zastąpić emulsję olejem walcowniczym typu GLIFOL (dopuszczając zastosowanie zamiennie oleju GENEREKS) oraz zastosowano w układzie taśmowy filtr podciśnieniowy typu FILTERTECH SCF4-800. Także rozwiązanie pozwala na wyeliminowanie czynnika powodującego korozję, a jednocześnie wszelkie zanieczyszczenia powstające w procesie walcowania i transportowane z chłodziwem nie osadzają się na powierzchni taśmy.

W zaprojektowanej instalacji przewidziano zbiornik oleju o dwóch komorach (oleju czystego i oleju brudnego) o pojemności roboczej 5000dm<sup>3</sup>, zespół pomp o wydajności max 300 dm<sup>3</sup>/min oraz zawór regulujący przepływ współpracujący z komputerem walcarki.

Zastosowanie jako czynnika chłodzącego oleju spowodowało konieczność zaprojektowania dodatkowo instalacji gaśniczej chroniącej rejon walcarki w przypadku pożaru, oraz chroniącej zbiornik i pozostałą część instalacji olejowej mieszczącej się w piwnicy pod walcarką. Tak przeprowadzona modernizacja walcarki duo wygładzającej wykazała, że produkt końcowy walcowni w postaci taśmy stalowej w kręgach jest zadawalającej jakości, niemniej jednak duży wpływ na tę jakość ma półprodukt pochodzący z walcarek kwarto eksploatowanych prawidłową pracą walcarki wygładzającej. Z tego względu podjęto decyzję o zmodernizowaniu także jednej z tych walcarek. Była to walcarka o mechanicznej nastawie walców i następujących podstawowych parametrach:

- średnica walca roboczego 160 mm,
- średnica walca oporowego 450mm,
- długość beczki walca 430mm,
- moc silnika napędu głównego 220kW
- moc silników zwijarek 75kW(250kW po modernizacji)

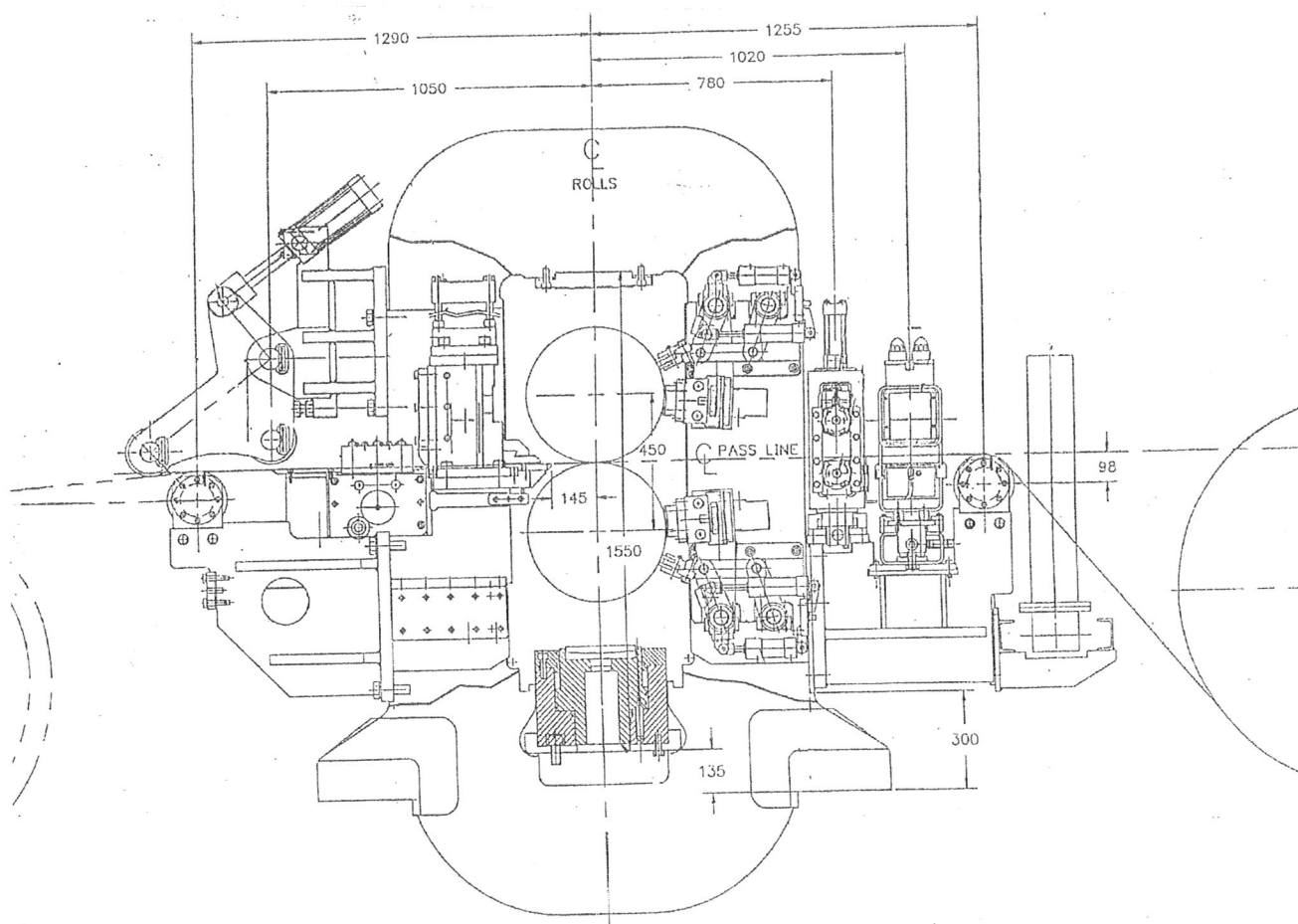


- naciąg taśmy	4000 kG (10000 kG po modernizacji),
- moc silnika rozwijarki	18 kW,
- przeciwciąg	800 kG,
- dopuszczalny nacisk na walce	150 Ton,
- prędkość walcowania	2,2 m/s
- grubość taśmy	
max wsadu	6 mm
min po walcowaniu	0.5 mm

W ramach modernizacji wymieniono dotychczasową mechaniczną nastawę walców na nastawę hydrauliczną z cylindrami hydraulicznymi zamontowanymi na stojaku walcarki w miejsce dawnych przekładni ślimakowych. Układ hydrauliczny zastosowano analogiczny jak w walcierce duo. Dodatkowo zmodernizowano instalację chłodzenia walców do budowy jak do istniejącego układu emulsyjnego filtr tego samego typu jak na walcierce duo.

Zmieniono także zwijarki uzyskując w ten sposób większe naciągi oraz wymieniono dotychczasowe układy napędów elektrycznych na tyrystorowe. Zastosowane rozwiązania, w tym głównie wprowadzenie układu AGC do sterowania nastawą walców oraz systemu SPC, zdecydowanie poprawiły jakość produkowanej na tej walcierce taśmy tak, że stosowana jest ona z powodzeniem jako półprodukt do dalszej przeróbki a w zakresie większych grubości może również być sprzedawana jako produkt końcowy zaopatrzonej we własną metrykę.

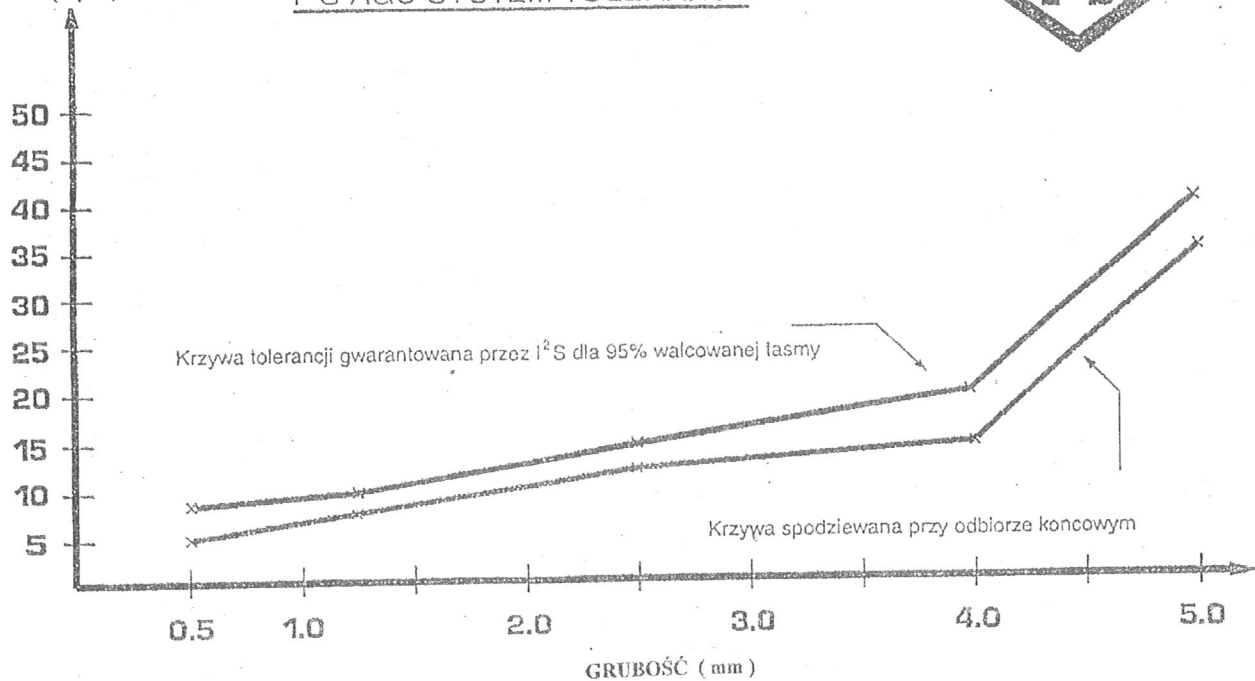
Powyższy zakres modernizacji Walcowni Taśm Huty "Florian" przeprowadzonej przez "BIPROMET S.A." w latach 1993-94 pozwolił na poprawę podstawowych parametrów produkowanych wyrobów, nie wyczerpuje jednak w pełni możliwości zmodernizowania tego wydziału huty. W dalszej kolejności powinno tu nastąpić unowocześnienie wytrawialni, a także konieczne jest zlikwidowanie nieefektywnych pieców tunelowych do wyżarzania międzyoperacyjnego i zastąpienie ich nowocześniejszymi piecami kołpakowymi z atmosferą ochronną.



Walcarka DUO WYGŁADZAJĄCA  
przekrój w osi walcowania (stan po modernizacji)

TOLERANCJA  
( $\pm \mu\text{m}$ )

I<sup>2</sup>S AGC SYSTEM TOLERANCE



Wykres tolerancji grubości taśmy dla taśm walcowanych z zastosowaniem systemu AGC

mgr inż. A.Zbiegini BIPROMET S.A.

## INSTALACJA WZBOGACANIA MIAŁU WĘGLOWEGO DLA ZAKŁADU WZBOGACANIA WĘGLA "JULIAN" SP.Z O.O.

### 1. Wprowadzenie.

W roku 1992 Kopalnia Julian w Piekarach Śląskich ogłosiła konkurs na budowę Zakładu Wzbogacania Miału Węglowego dla tej kopalni. Chodziło o wzbogacanie miału węglowego poniżej 20 mm, wydzielonego z ciągu technologicznego płuczki ziarnowej przed wzbogalniczką Disa.

W ramach konkursu oferty złożyło szereg firm jak: North American Energy Corporation, Humbolt - Wedag (Niemcy), Allmineral - Holter (Niemcy), ICRS - (spółka holendersko-amerykańska), Custom Coal Corporation (USA), Separator-GIG, Rayen (Belgia), oraz BIPROMET we współpracy z angielską firmą Central I.M. Limited.

Firmy oferowały wzbogacanie różnymi technologiami z terminem realizacji od roku do 2 lat i kosztach od 150 do 600 mld.

W rezultacie wielu analiz i pertraktacji przyjęta została do realizacji oferta budowy "pod klucz" przez BIPROMET S.A. zakładu wzbogacania miału węglowego, opartego na technologii wzbogacania angielskiej firmy Derek Parnaby Cyclones International Limited oraz linii filtracji szlamów wyposażonej w

hiszpańskie prasy filtracyjne firmy Tecnicas Hidraulicas.

Powyższą technologię oraz podstawowe wyposażenie technologiczne dostarczała na podstawie kontraktu z BIPROMET-em brytyjska firma Central I.M. Limited.

Oferta BIPROMET-u okazała się najpełniejsza, gwarantująca pełne zamknięcie obiegu wodno-mułowego, najtańsza i najkrótsza w realizacji, zapewniająca niskie koszty eksploatacyjne.

Istotne również znaczenie miały warunki finansowania i wydatna pomoc BIPROMET-u w uzyskaniu kredytów.

Kontrakt na budowę został podpisany z końcem maja 1993 roku. Zakład oddano do eksploatacji na koniec sierpnia 1994 roku, a pełną zdolność przerobową i parametry technologiczne uzyskał w lutym bieżącego roku.

### 2. Ogólna charakterystyka zakładu

Zakład został zaprojektowany i zrealizowany na zdolność przerobową 300 t/h miału surowego o granulacji 0-20 mm i następującej charakterystyce:

- średnia zawartość popiołu: 26,86%,
- średnia zawartość siarki: 1,15%,

- wilgotność całkowita: 11,00%
- wartość opałowa: 20.344,00 MJ/kg

Produktami wzbogacania są:

- koncentrat węglowy o granulacji 20-0,5 mm w ilości 200 t/h, o zawartości < 10% popiołu i ok. 10% wilgotności całkowitej (przy wilgotności wewnętrznej 6%).
- 55 t/h odpadów ziarnowych o granulacji 20-0,5 mm i zawartości 81% popiołu i wilgotności całkowitej ok. 13%,
- 46-50 t/h mułu, który po prasach filtracyjnych ma w zależności od granulacji od 24-28% wilgotności całkowitej i 45-60% popiołu.

Odpady ziarnowe są zagospodarowywane przez kopalnię Julian do podsadzki płynnej, natomiast muł (kek) po prasach filtracyjnych jest w całości mieszany z koncentratem, zubożając go do zawartości popiołu ok. 16% (zgodnie z potrzebami klienta).

Muł po prasach, niezależnie od zawartości wilgoci, jest transportowany, kruszy się i stanowi pełnowartościowy składnik wytworzonej mieszanki energetycznej.

Technologia opiera się na wzbogacalniku bębnowym typu Barrel firmy Derek Parnaby Cyclones z cieczą autogeniczną (woda + miel) dla oddzielenia odpadów frakcji ziarnowej 20-5 mm, koncentratu frakcji 20-8 mm oraz dalszym wzbogacaniu frakcji poniżej 8 mm w układzie hydrocyklonów. Frakcja mułowa pomiędzy 0,5 mm zagęszczona w istniejącym odmulniku promieniowym śr. 25 m wraz z szlamami z istniejącej płuczki ziarnowej jest filtrowana na 8 w pełni zautomatyzowanych, małowabarytowych prasach filtracyjnych hiszpańskiej firmy Tecnicas Hidraulicas.

Linia filtracji w pełni zamyka cały obieg wodno-mułowy nowej płuczki miałowej i istniejącej płuczki ziarnowej (Dissa).

Moc zainstalowana ok. 1000 kW.

Zużycie energii ok. 3,3 kWh/tonę nadawy.

Woda ok. 450 m<sup>3</sup>/h w obiegu zamkniętym niewielkim uzupełnieniem. Budynek płuczki konstrukcji stalowej, kubatury ok. 30.000 m<sup>3</sup> posadowiony został na bocznicy kolejową pomiędzy budynkiem istniejącej płuczki i drogą.

Całość urządzeń umieszczono w związku z tym na poz. + 6,0 m.

### 3. Opis procesu technologicznego linii wzbogacania.

Nadawę do procesu wzbogacania stanowi miel węglowy o uziarnieniu 0-20 mm podawany bezpośrednio z kopalni (sortowni) do stacji przesypowej dwudrożnej (poz. 1 schematu technologicznego).

Stacja posiada klapę sterowaną siłownikiem pneumatycznym, co pozwala na kierowanie strugi materiału przenośnikiem (4) na zwalę lub do załadunku kopalnianego, bądź na przenośnik (3) do wzbogacania w Zakładzie Wzobogacania Miału Węglowego ZWW Julian.

Na przenośniku tym (3) zainstalowano wagę taśmową kontrolującą ilość przesyłanego do procesu materiału i będącą podstawą do rozliczeń między Kopalnią i Z.W.W.

Przenośnik transportuje materiał do zbiornika przesypowego (5) skąd podajnikiem wibracyjnym (6) o regulowanej wydajności, węgiel podawany jest na przenośnik (7), transportujący go do rynny zasypowej wzbogacalnika "Barrel" (9).

Ze względu na dużą zmienność nadawy i częste znaczne przekraczanie założonych ilości frakcji najdrobniejszych, z inicjatyw ZWW Julian, instalacja została uzupełniona o węzeł wstępnego przesiewania. Między przenośnikiem nadawy (3) a zbiornikiem przesypowym zabudowano przesiewacz PWK-1 z sitem strunowym o prześwicie 3-5 mm. Układ ten pozwala na odsianie części drobnej frakcji bezpośrednio na taśmę koncentratu lub zawrót całości miału surowego bezpośrednio do zbiorników załadunkowych jak również przeprowadzenie ważeń kontrolnych dla testowania wagi taśmowej.

Materiał po ewentualnym wstępnym odsianiu, podawany przenośnikiem (7), splukiwany jest w rynnę zasypowej cieczą autogeniczną o gęstości 1,05-1,07, która jest tam pompowana ze zbiornika (13) pompą szlamową (17), do ok. 1/3 długości wzbogacalnika "Barrel".

W wzbogacalniku tym następuje proces pierwszej separacji w cieczy autogenicznej.

Produkt kamienny, szybciej tonący w cieczy, wynoszony jest zwojami ślimaka na zewnątrz wzbogacalnika, w kierunku przeciwnym do spływu cieczy z węglem, na przesiewacz wibracyjny odwadniający odpady (10) i po przemyciu kierowany jest układem przenośników (8) do zbiornika odpadów (48) w istniejącej płuczce ziarnowej. Czysty węgiel wynoszony jest przez ciecz autogeniczną z dołu wzbogacalnika "Barrel" na przesiewacz wibracyjny, odwadniający koncentrat (11), gdzie po ewentualnym przemyciu i odwodnieniu frakcja 20-8 mm kierowana jest na

przenośnik koncentratu (41), a przepad < 8mm do zbiornika (12), do którego kierowany jest też produkt dolny sit łukowych (21), (22), (23), znajdujących się pod hydrocyklonami pierwotnymi. Koncentrat z "Barrel" odwadniany jest obecnie dodatkowo w wirówce poziomej.

Wylew ze zbiornika (12) - pompowany jest pompą (18) do dalszego wzbogacania w hydrocyklonach poziomych o średnicy 500 mm (19), z których wylew tłoczony jest pompą szlamową (26) do hydrocyklonów wtórnych o średnicy 380 mm (20).

Wylew z hydrocyklonów o średnicy 380 mm (20), w postaci odpadów o granulacji < 8-0,5mm spływa grawitacyjnie na przesiewacz wibracyjny (10), gdzie łączy się z odpadami wydzielonymi w bębnie "Barrel"(9). Przelewy hydrocyklonów (19) i (20) rozdzielane są na zestawach sit łukowych (21), (22) i (23) na frakcję mulistą < 0,5mm, zasilającą zbiornik (12) oraz na frakcję < 8-0,5mm, kierowaną grawitacyjnie na przesiewacz wibracyjny (24). Frakcja górna z przesiewacza (24), po ewentualnym przemyciu, kierowana jest do wirówki poziomej (25), a stamtąd na przenośnik koncentratu (41).

Frakcja < 0,5mm spod przesiewacza wibracyjnego (24) wraz z odsączoną w wirówce (25) wodą i przelewem zbiornika (13), kierowana jest do zbiornika pośredniego (31), a stamtąd pompą (33) do baterii hydrocyklonów o średnicy 200mm (29).

Wylew z tych hydrocyklonów kierowany jest do zbiornika (30), z którego pompą (32) tłoczony jest do hydrocyklonów zagęszczających (27). Wylew hydrocyklonów (27) po odsączeniu na wibracyjnym sicie łukowym (28) kierowany jest do wirówki pionowej (34), a stamtąd jako koncentrat na przenośnik koncentratu (41).

Układ przenośników koncentratu podaje koncentrat z "Barrel" i układu hydrocyklonów, po odwodnieniu w wirówkach, wraz z ewentualnym mułem z filtracji poprzez mieszalnik (43) do zbiornika koncentratu (42) w starej płuczce ziarnowej.

Zasadnicza regulacja układu, decydująca o jakości koncentratu i odpadów natępuje poprzez zmianę obrotów bębna wzbogacalnika "Barrel", które można płynnie zmieniać od 4-12 obr./min. poprzez przekształtnik prądowy.

Zmieniać można również gęstość cieczy autogenicznej poprzez zmianę ilości wody.

Niezależnie od tego zmieniać oczywiście można przepływ na hydrocyklonach poprzez wymianę "dysz" (pierścieni), oraz rozdzielać granulometryczny frakcji przez zmianę prześwitu oczek lub szczelin sit. Przelew ze zbiornika (30) wraz z wylewem z hydrocyklonów o średnicy 200mm, produktem dolnym przesiewacza odpadów (10) łączy się w zbiorniku obciekowym (36), skąd pompą (35) kierowane są do istniejącego osadnika promieniowego "Dorra" o średnicy 25m (38).

### 4. Zamknięcie obiegu wodno-mułowego.

Obieg wodno-mułowy starej płuczki ziarnowej i zakładu wzbogacania miału jest obiegiem wspólnym poprzez sprowadzenie całości szlamów i wód zanieczyszczonych do osadnika promieniowego Dorra o średnicy 25m, zbudowanego jeszcze w latach pięćdziesiątych. Do osadnika Dorra jest więc sprowadzane ok. 600 m<sup>3</sup> wody na godz., zawierającej od 60-150 g/l części stałych.

Proces sedymentacji wspomagany jest automatycznym dozowaniem flokulanta ze stacji przygotowania i dozowania (37) w ilości około 50-70g/m<sup>3</sup>

Wylew z osadnika Dorra tłoczony jest pompą (39) do 2 zbiorników buforowych z mieszadłami. Do tych też zbiorników dodawany jest poprzez analogiczną stację automatycznego przygotowania i dozowania flokulanta, kolejny flokulant w ilości ok. 90-110 g/m<sup>3</sup>.

W zbiornikach buforowych przygotowujemy jest do filtracji szlam o gęstości od 350 do 550 g/l.

Linia filtracji szlamu składa się z 8 pras filtracyjnych, sześciokomorowych hiszpańskiej firmy Tecnicas Hidraulicas,

Każda prasa o gabarytach 3 x 3 x 3 m, posiada własną pompę membranową do tłoczenia pod ciśnieniem do 10 atm. szlamu ze zbiorników buforowych, poprzez kolektor ssący, do komór prasy. Pompa hydrauliczna o ciśnieniu roboczym do 20 MPa, zapewnia odpowiedni docisk płyt z płótnem filtracyjnym i szczelność komór. Układ filtracji wspomagany jest sprężonym powietrzem, doprowadzonym z wydzielonego dla linii filtracji kompresora.

Każda prasa stanowi samodzielny agregat z własnym sterownikiem programowalnym, umożliwiającym pełną regulację i kontrolę pracy zarówno wszystkich elementów prasy jak i cykl filtracji i powiązanie zewnętrzne umożliwiające bezkolizyjną współpracę z innymi prasami jak i przenośnikami odstawy.

Każda prasa wytwarza w cyklu pracy ok. 7-8 min. 800 kg placka filtracyjnego o wilgotności od 24-28% i konsystencji umożliwiającej kruszenie i swobodny transport bez tendencji do rozpylania się.

Prasy pracują w cyklu automatycznym i rozładują się na przenośnik taśmowy (47), z którego placki filtracyjne mogą być kierowane bądź na taśmę koncentratu, bądź na taśmę odpadów lub wreszcie na taśmę wyrzucającą materiał na zwal.

Obecnie ze względu na stosunkowo dużą zawartość węgla (45-55%) oraz niską wilgoć, całość szlamu po filtracji jest dodawana do koncentratu zubożając go do zawartości ok. 16% popiołu i 13% wilgoci. Wielkości te mogą być regulowane ilością dodawanego szlamu do koncentratu.

## 5. Warunki organizacyjno-finansowe realizacji inwestycji.

Realizacja tego typu inwestycji stwarza szereg problemów związanych z finansowaniem oraz zapewnieniem stałego zbytu na produkt wzbogacania.

O podjęciu dosyć obecnie powszechnego tematu wzbogacania mialu węglowego decyduje w głównej mierze rynek, czyli podstawowy odbiorca węgla energetycznego, a więc energetyka zawodowa. Przy czym ta z kolei jest mocno naciskana przez ekologię. Mimo różnych opinii, wydaje się oczywiste, że z punktu widzenia całej gospodarki, znacznie bardziej uzasadnione jest wzbogacanie mialów węglowych na kopalniach, aniżeli likwidowanie skutków spalania węgla o wysokim zapozieleniu i dużej zawartości siarki w elektrowniach i elektrociepłowniach.

Zarówno koszt inwestycyjny, jak i koszt eksploatacji urządzeń odpylających i odsiarczania spalin oraz koszt składowania i ewentualnego zagospodarowania odpadów na pewno nie kompensuje niższej ceny mialu surowego. Takie rozumowanie i rachunek został przeprowadzony w Zespole Elektrociepłowni Łódź, który był głównym odbiorcą mialu surowego z Kopalni Julian. W październiku 1992 została zawiązana spółka z ograniczoną odpowiedzialnością, której udziałowcami zostali KWK Julian i Zespół Elektrociepłowni Łódź, wnosząc równe udziały w wysokości po 1 mld. zł; z możliwością powiększenia kapitału do 60 mld. Utworzona spółka o nazwie Zakład Wzbogacania Węgla "Julian" miała za zadanie budowę i eksploatację Zakładu Wzbogacania Mialu Węglowego, którego dostawcą byłaby Kopalnia Julian a głównym odbiorcą Zespół Elektrociepłowni Łódź.

Drugim bardzo istotnym atutem powołanej spółki była możliwość uzyskania korzystnego kredytu na realizację tej inwestycji.

Jak wiemy sytuacja finansowa kopalni (w tym Juliana) w roku 1992-93 a często i w chwili obecnej jest trudna. Występujący deficyt i rosnące zadłużenie, głównie względem skarbu państwa, nie stwarzało odpowiednich gwarancji dla banków, potencjalnych dawców kredytów. W tej sytuacji bardzo dobra kondycja finansowa Zespołu Elektrociepłowni Łódź, była jedną z istotnych gwarancji spłaty kredytu i umożliwiła jego uzyskanie w Powszechnym Banku Gospodarczym w Łodzi w wysokości 86 mld zł.

Do czasu uzyskania kredytu, pierwsze roboty realizowane były z wkładów własnych udziałowców, przy czym znaczna część udziału kopalni, a po reorganizacji górnictwa - Bytomskiej Spółki Węglowej, była w postaci kompensacyjnych dostaw węgla (mialu węglowego).

Pozostałe 60 mld Spółka uzyskała z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska z preferencyjnym oprocentowaniem i możliwością umorzenia 50%, przy dotrzymaniu terminu realizacji i osiągnięciu zakładanych parametrów technicznych, co zostało spełnione.

Całość inwestycji była realizowana sukcesywnie poprzez przekazywanie wg ustalonego harmonogramu wpłat zaliczkowych, w głównej mierze na urządzenia importowane.

Ten sposób finansowania importu, spowodował, że w efekcie ostatecznym koszt urządzeń importowanych, realizowany w złotych, był o ok. 10% niższy od wartości celnej importowanych urządzeń, czyli wartości, jaką musiałby inwestor zapłacić za urządzenia, płacąc za nie w momencie ich dostawy tj, po ok. roku od podpisania kontraktu.

Całość inwestycji była realizowana przez BIPROMET SA w systemie "pod klucz", tj, od projektu po rozruch i uzyskanie założonych parametrów technologicznych.

System ten powoduje jasne i przejrzyste zasady odpowiedzialności. Za całość realizacji w sensie terminu, kosztów realizacji i osiągnięcia założonych parametrów technologicznych - odpowiada przed inwestorem jeden partner, od którego przy odpowiednich zapisach kontraktowych, można wyegzekwować ewentualne kary czy upusty wynikające z niedotrzymania jakichś warunków

kontraktowych. W przypadku tej inwestycji całą odpowiedzialność przyjął na siebie Bipromet i w pełni wywiązał się z tych zobowiązań.

## 6. Efekty techniczno-ekonomiczne realizacji i pracy Zakładu.

Zasadniczym efektem realizacji Zakładu w omówionej technologii było uzyskanie mialu węglowego o wymaganych przez odbiorcę parametrach, ze znaczną możliwością ich zmian w dostosowaniu do wymagań.

Uzyskanie zamknięcia obiegu wodno-mułowego z pełnym zagospodarowaniem mułów oraz odpadów ziarnowych o niskiej, poniżej 20% zawartości węgla.

Całkowity koszt realizacji Zakładu wyniósł 195 mld zł, z czego:

- udziały własne wyniosły 49 mld. (podzielone po połowie między wspólników: Bytomską Spółkę Węglową i Zespół Elektrociepłowni Łódź),

- kredyt Powszechnego Banku Gospodarczego w Łodzi wyniósł 86 mld zł (oprocentowany w wys. śr. 34% rocznie),

- kredyt Państwowego Funduszu Ochrony Środowiska wyniósł 60 mld zł (oprocentowany w wys. 60 stopy refinansowej NBP z możliwością umorzenia połowy kredytu).

Spłata kredytu następuje po półrocznej karencji tj. od lutego bieżącego roku, natomiast odsetki były spłacane na bieżąco bez karencji. Czas spłaty kredytu 4 lata.

Ponieważ nie była robiona w chwili obecnej (po zakończeniu budowy) pełna analiza ekonomiczna, przytoczymy tu wyniki analizy dokonanej na początku realizacji, ze zwróceniem uwagi na konieczne korekty.

Rentowność inwestycji miala wynosić 9,3% w stosunku do sprzedaży, natomiast wewnętrzna stopa procentowa 57,5 w stosunku do przyjętej stopy dyskontowej wynoszącej 39,0

Obecnie należy się spodziewać nieco niższej rentowności - w granicach 8% ze względu na pewien wzrost kosztów w stosunku do przewidywanych oraz do niekorzystnej zmiany proporcji pomiędzy ceną mialu surowego i mialu wzbogaconego.

Koszt rzeczywisty wzbogacania kształtował się w pierwszym kwartale bieżącego roku na wysokości 5,27 zł/t, bez kosztów zakupu mialu surowego i obsługi kredytu, natomiast 10,88 zł/t z uwzględnieniem kosztu obsługi kredytu, przy przerobie w tym kwartale ok. 180 tys. t mialu surowego.

## 7. Podsumowanie

Zastosowana przez Bipromet S.A. w Z W W "Julian" technologia firmy Derek Paraby Cyclones jest technologią prostą, efektywną i tanią w realizacji i eksploatacji.

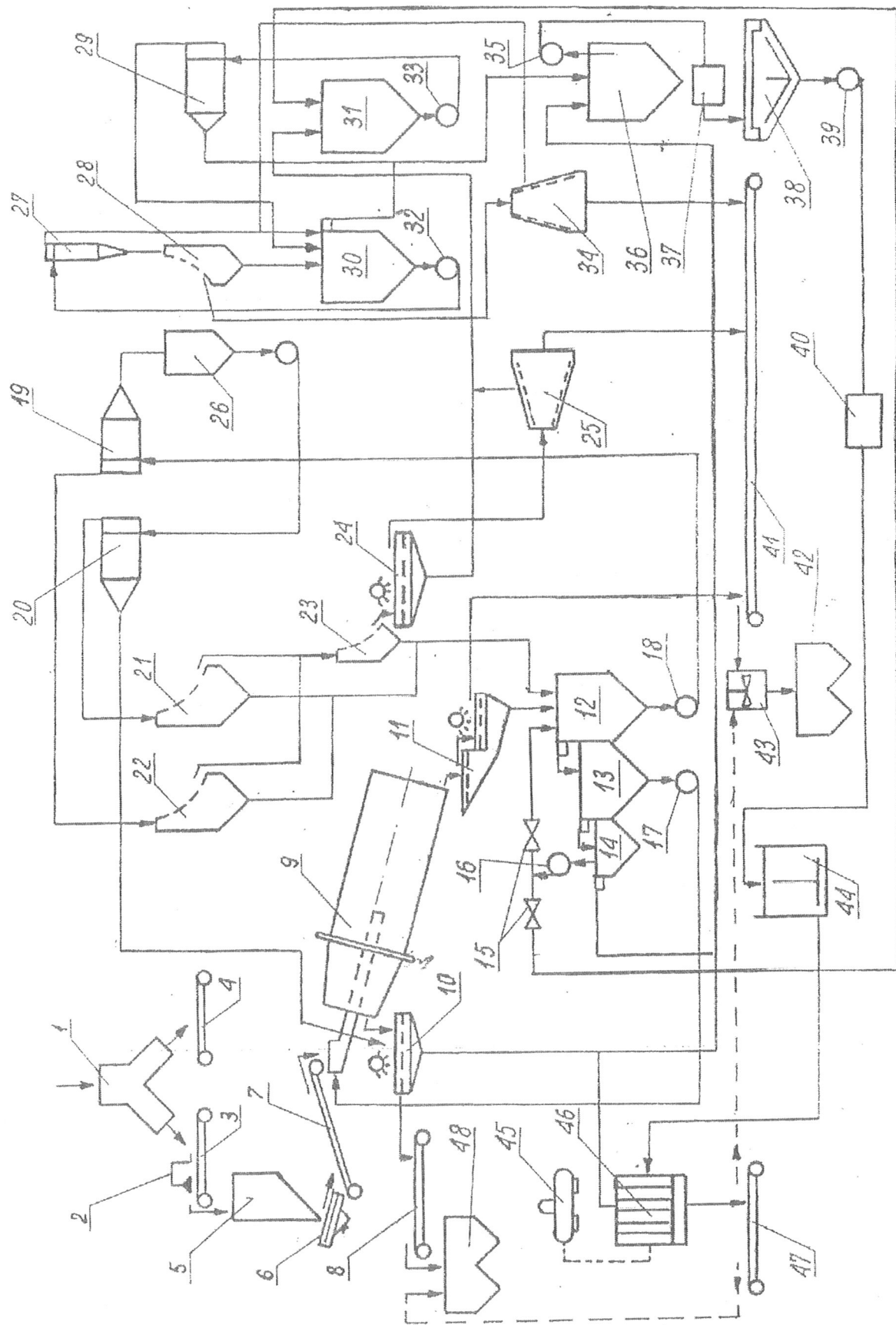
Zamknięcie obiegu wodno-mułowego linią filtracji hiszpańskiej firmy Tecnicas Hidraulicas w pełni potwierdziło efektywność zastosowanych pras filtracyjnych. Dało to możliwość stworzenia mieszanek energetycznych z węglem wzbogaconym, stworzyło dogodne warunki do transportu i ewentualnego składowania mułów po filtracji.

Tworzenie wspólnych inwestycji górnictwa i energetyki ułatwia ich finansowanie i przynosi istotne korzyści obu stronom.

Realizowanie inwestycji "pod klucz" daje możliwość pełnego i efektywnego egzekwowania zarówno parametrów technologicznych jak i utrzymania kosztów i terminów realizacji inwestycji.



UPROSZCZONY SCHEMAT TECHNOLOGICZNY INSTALACJI WZBOGACANIA MIAŁU  
 WĘGLOWEGO Z W W "JULIAN" Sp. z o.o. w Piekarach Śl.



# INFORMATYKA W DZIAŁALNOŚCI BIPROMET-U

Historia zastosowań informatyki w Bipromecie sięga 1963 roku. Powołano zespół i rozpoczęto szkolenie pracowników w zakresie wykorzystywania techniki cyfrowej do obliczeń inżynierskich. Następnym krokiem był zakup EMC ODRA 1013, na której realizowano szereg programów niezbędnych w działalności biura, a szczególnie z zakresu ochrony środowiska, który to problem był i jest istotny w przemyśle metali nieżelaznych. W 1968 roku powstała pracownia informatyki, która rozwijała się w sposób dynamiczny. Zakupiono EMC ODRA 1204 co wpłynęło na szybkość i jakość wykonywanych obliczeń. Rozpoczęto również prace nad wykorzystaniem informatyki dla potrzeb zarządzania biurem. Nakreślono plan rozwoju informatyki, który obejmował następujące zagadnienia:

- obliczenia inżynierskie dla poszczególnych branż w biurze, szczególnie ochrony środowiska, budowlanej, energetyki,
- obliczenia ekonomiczne,
- zarządzanie biurem m. in. płace, kadry, planowanie i rozliczanie produkcji.

Zarządzanie biurem realizowano na EMC w różnych ośrodkach, kolejno na ICL 4/50 i 4/70 oraz na ODRZE 1304 i 1305.

Instalacja amerykańskiego sprzętu UNIVAC 90/60 w 1975 roku pozwoliła na zrobienie znacznego kroku w rozwoju informatyki.

Realizowano systemy i programy w oparciu o bazę danych i teleprzetwarzanie. Umożliwiło to objęcie całości realizacji zagadnień zarządzania biurem ze wspomaganiami informatyki.

Rozszerzono znacznie zakres systemów i obliczeń inżynierskich. BIPROMET udostępnił również swoje zasoby komputerowe wielu zewnętrznym klientom wykonując dla nich usługi w postaci obliczeń inżynierskich i przetwarzania systemów zarządzania m.in. płace, księgowość, kosztorysowanie i inne. Te usługi prowadzono do końca lat osiemdziesiątych. Wysokie kwalifikacje dobrze przeszkolonej kadry pozwoliły podjąć nowe zagadnienia projektowe. W 1975 roku Bipromet i HMN Szopienice podjęły bardzo trudny temat - realizację kompleksowego systemu planowania i kontroli produkcji w walcowni taśm w oparciu o sieciową bazę danych i teleprzetwarzanie. System ten obejmował całość zagadnień zarządzania produkcją od przyjęcia zamówień, poprzez planowanie, harmonogramowanie, przydział materiałów, śledzenie produkcji do wysyłki wyrobów gotowych. W systemie zastosowano pewne procedury optymalizacyjne. System ten został wdrożony w 1980 roku i jest eksploatowany do dziś (po modyfikacjach).

W końcu lat 80-tych zaczęto wprowadzać technikę mikrokomputerową, która po likwidacji EMC UNIVAC 90/60 jest obecnie dominującą w Bipromecie.

Przyjęta wówczas strategia komputeryzacji pozwoliła na bezkłopotliwe przejście z eksploatacją systemów z EMC UNIVAC 90/60 na mikrokomputery, oraz zachowanie dorobku oprogramowania wykorzystywanego w Bipromecie.

Strategia ta obejmowała następujące zagadnienia:

- przyjęcie techniki mikrokomputerowej jako podstawy zastosowań informatyki,
- przeniesienie eksploatowanych systemów zarządzania i inżynierskich z EMC UNIVAC 90/60 na PC,
- likwidację EMC UNIVAC 90/60,
- podstawowe szkolenie pracowników w wykorzystywaniu i posługiwaniu się PC i oprogramowaniem użytkowym.
- zakup oprogramowania użytkowanego dla branż, przy zachowaniu i rozwoju części dotychczasowego dorobku Biprometu,
- zmianę zadań pracowni informatyki, która zaprzestała eksploatacji systemów, a zajęła się koordynacją informatyki w Bipromecie, realizacją systemów sieciowych z zakresu zarządzania dla potrzeb własnych i klientów zewnętrznych, oraz niektórych systemów inżynierskich, jak również systemami zarządzania i kierowania produkcją dla zakładów przemysłowych,
- objęcie informatyzacją wszystkich komórek organizacyjnych biura w miarę potrzeb i posiadanych zasobów finansowych,
- wprowadzenie w szerokim zakresie systemów CAD dla wszystkich branż występujących w biurze.

Strategia ta realizowana była do końca 1994 roku. W 1995 roku Zarząd BIPROMET S.A. przyjął plan dalszego rozwoju

informatyki w przedsiębiorstwie. Czasokres realizacji przedsięwzięcia określono na minimum 3 lata. Plan ten obejmuje następujące zagadnienia:

- a) Dynamiczny i szybki rozwój wykorzystania systemów CAD dla wszystkich branż, w oparciu o indywidualne stanowiska i sieci.
- b) Unowocześnienie i rozwój systemów zarządzania w oparciu o sieci.
- c) Archiwizacja i edycja dokumentacji:
  - archiwizowanie dokumentacji projektowej wykonanej z pomocą systemów CAD i tradycyjnie,
  - standaryzacja edycji dokumentacji i dokumentów wszystkich branż,
- d) Uporządkowanie problemu licencji na eksploatowany software i zakup niezbędnych licencji,
- e) Przyjęcie standardów zakupu sprzętu i wyposażenia.
- f) Szkolenie i uczestnictwo w sympozjach, konferencjach i wystawach.
- g) Koordynacja informatyki.

Aktualny stan posiadania sprzętu BIPROMET S.A. to 61 komputerów, w tym:

- z procesorem 386 - 20 szt
- z procesorem 486 - 37 szt
- Pentium - 4 szt

Standardowe konfiguracje sprzętu.

Stanowisko CAD

PC Pentium lub 486 DX 4 - 66 lub 100 MHz, RAM 16 MB, HDD min 540 MB, FDD 1,44 MB, monitor 17" lub 20" LR, digitizer.

Stanowisko do obliczeń, przetwarzanie danych

486 DX2 50 lub 66 MHz, RAM 8 MB, HDD min 420 MB, FDD 1,44 MB, monitor kolor 14" LR.

Inne stanowiska

486 DX lub 386 DX 33 40 lub 66 MHz, 4 lub 8 MB RAM, HDD min 340 MB, monitor kolor (mono) 14" LR.

3 nowo zakupione komputery są wyposażone w czynniki CD ROM, a jedna ze stacji wyposażona jest w dyski magnetyczne.

Dla potrzeb CAD eksploatowany jest ploter A0 oraz 6 drukarek atramentowych, w tym 3 kolorowe.

Dla potrzeb systemów CAD został zakupiony sprzęt renomowanych firm, w tym COMPAQ.

Dla potrzeb zarządzania i prac projektowych zainstalowane są sieci Novell.

Aktualny stan posiadania oprogramowania.

## 1. Oprogramowanie standardowe.

- MS DOS 6.22
- WINDOWS 3.11
- WORD 6.0
- OFFICE 4.3
- Visual Basic 3-0 Prof.
- FOXPRO
- ZEMM
- MKS VIR

## 2. Oprogramowanie użytkowe

### 2.1. Zarządzanie przedsiębiorstwem

- kadry,
- płace,
- księgowość,
- administracja,
- środki trwałe i nietrwałe,
- planowanie i rozliczanie produkcji,
- fakturowanie.

Powyższe systemy to opracowania własne BIPROMET-u

## 2.2. CAD obliczenia inżynierskie i inne (główne oprogramowanie).

AUTOCAD - system pozwalający na tworzenie rysunków technicznych różnych branż firma Autodesk,

SCHEMA - schematy sterowania i instalacji elektrycznych firma IGE,

ELOCAD - schematy i instalacje automatyki firma LOGOTECH,

ROBOT V6 - obliczenia wytrzymałościowe konstrukcji firma ROBO BAT,

STEP 5 - programowanie sterowników firma Siemens,

COMFAR - analizy do biznes planów,

UNIDO - Austria,

TOD 10 - ochrona środowiska opracowanie własne,

Kosztorysy - kosztorysy nakładcze i cenowe opracowanie własne

Programy budowlane - zestaw różnych programów.

Programy energetyczne - zestaw różnych programów.

Programy elektryczne - zestaw różnych programów.

Programy do automatyki - zestaw różnych programów.

Programy ekonomiczne - zestaw różnych programów.

Zgodnie z przyjętym planem dalszego rozwoju informatyki, najbliższe zamierzenia to:

- instalacja dalszych stacji CAD i związanego z tym oprogramowania oraz tworzenie lokalnych sieci w oparciu o NOVELL,

- utworzenie jednej sieci dla potrzeb zarządzania biurem oraz unowocześnienie systemów użytkowych,

- opracowanie standardów dla potrzeb systemów CAD,

- rozszerzenie zakresu archiwizacji i wyszukiwanie dokumentacji.

Pracownia informatyki w aktualnych warunkach zajmuje się następującymi zagadnieniami:

- konserwacją i rozwojem systemów zarządzania dla potrzeb biura,

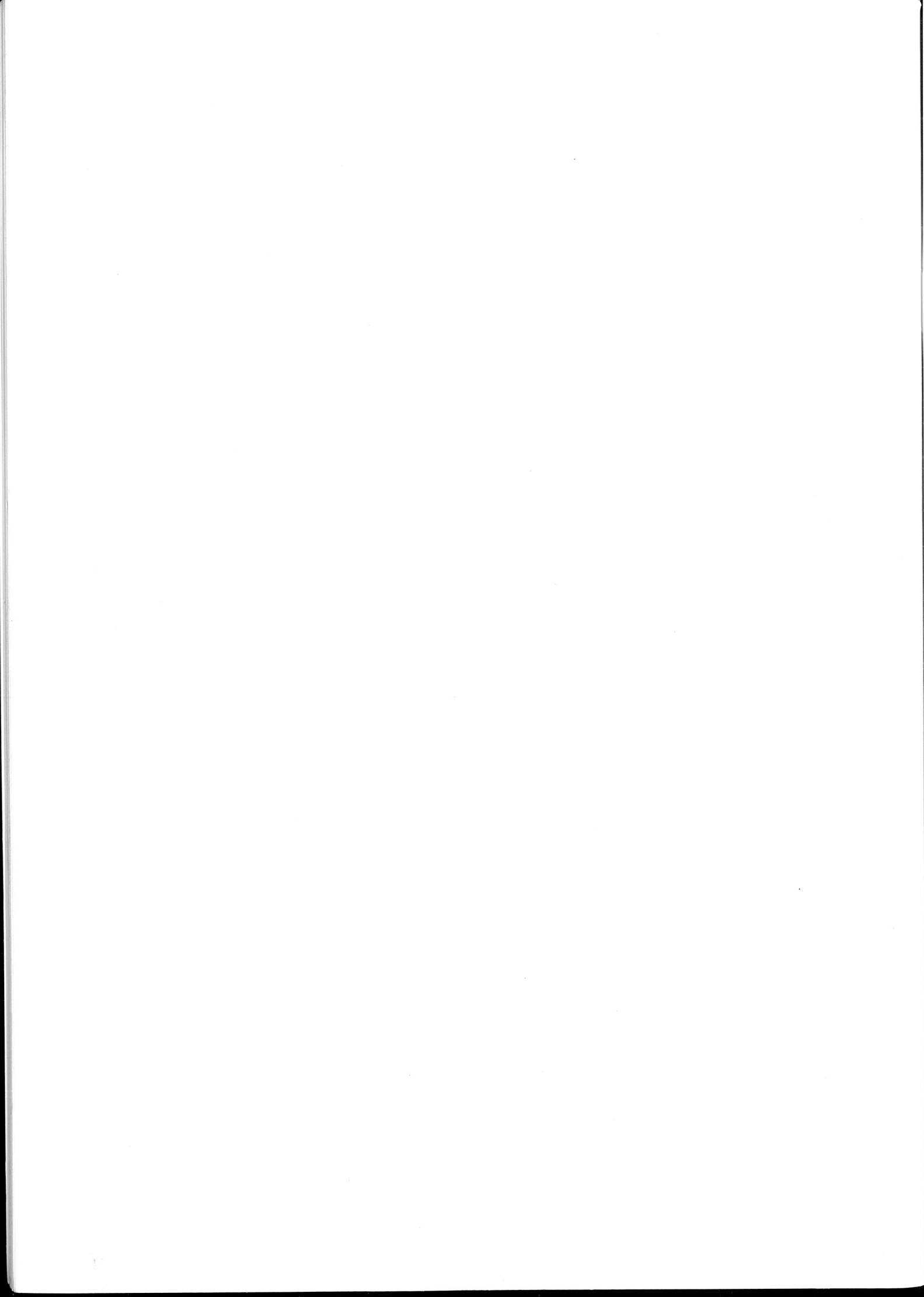
- konserwacją i konsultacjami dla potrzeb biura,

- koordynacją informatyki,

- realizacją systemów zarządzania dla potrzeb klientów zewnętrznych i kierowania produkcją dla zakładów przemysłowych (duże doświadczenie i aktualna wiedza w tym zakresie).

Wobec szybkiego postępu technologii sprzętu i oprogramowania, rozwój informatyki w BIPROMET S.A. jest i będzie procesem ciągłym. Ambicją biura jest w miarę swoich możliwości nadążyć za tym rozwojem, tak by sprostać wymaganiom nowoczesnego biura i gospodarki rynkowej. Istnieje pełna wiadomość i przekonanie o potrzebie i konieczności ciągłej informatyzacji przedsiębiorstwa zarówno wśród dyrekcji jak i pracowników.

Świadczy o tym również fakt, że duża część pracowników posiada własny prywatny sprzęt na którym się szkoli i pracuje w domu. Nie ma bowiem innej drogi by skutecznie rywalizować na rynku projektowym i wykonawczym.





---

**Janusz Mrowiec**

**B I P R O M E T - Wczoraj, dziś i jutro.**

Przedstawiono rys historyczny, dorobek i osiągnięcia Biprometu na przestrzeni 45 lat istnienia. Scharakteryzowano dzień dzisiejszy firmy na tle istniejącego rynku, oraz przedstawiono strategię i perspektywy dla Biprometu.

---

**Tadeusz Gansdorfer, Adam Płoskonka**

**Perspektywiczna baza surowcowa polskiego górnictwa rud Zn i Pb**

W artykule dokonano przeglądu wszystkich udokumentowanych i niezagospodarowanych złóż rud Zn i Pb pod kątem ich przydatności dla przemysłu wydobywczego.

Wytypowano złoża perspektywiczne i zaproponowano możliwości ich zagospodarowania.

---

**Sz. Gałązka, M. Rajczyk**

**Instalacja odmagnezowania siarczkowych koncentratów cynkowych w ZG "Trzebieńka" S.A.**

Opisano oddział odmagnezowania koncentratów oddany do eksploatacji w październiku 1994 r. w Wydziale Wzbogacania Rudy ZG "Trzebieńka" S.A. Uruchomienie oddziału umożliwiło produkcję siarczkowego koncentratu cynkowego o wysokiej jakości (60-61% Zn, ok. 0,12% Mg i ok. 0,9% Ca). Większość operacji technologicznych w nowym oddziale jest zautomatyzowana a kontrolę nad ich przebiegiem sprawuje programowalny sterownik.

---

**E. Hoffman, R. Rychlicki, A. Szydełko**

**Automatyzacja procesu przetłaczania gazów konwertorowych.**

W artykule omówiono układy automatyki procesu przetłaczania gazów konwertorowych w H. M. "Głogów I" zrealizowane za pomocą sterowników programowalnych i stacji operatorskich.

Przedstawiono strukturę systemu automatyki z zastosowaniem sterowników MODICON i stacji operatorskich z oprogramowaniem UNICELL.

---

**N. Langner**

**Zastosowanie chłodziń miedzianych w technologii**

**Huty Miedzi "Głogów".**

W artykule przedstawiono rozwój konstrukcji chłodziń metalowo-ceramicznych, stosowanych w urządzeniach hutniczych Huty Miedzi "Głogów".

---

**S. Botor, H. Lis**

**Działalność "BIPROMET" S.A. w dziedzinie opracowań o rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń powietrza.**

W artykule przedstawiono osiągnięcia "Bipromet" S.A. w tej dziedzinie na przestrzeni ostatnich 35 lat.

W Biurze w 1976 roku opracowano i wdrożono jeden z pierwszych w Polsce programów komputerowych do obliczania emisji zanieczyszczeń i opadu pyłu z zespołu emitorów, który po licznych modyfikacjach stosowany jest do dnia dzisiejszego.

"Bipromet" S.A. ściśle współpracuje z Politechniką Warszawską. Współpraca zaowocowała opracowaniem metody obliczania emisji zanieczyszczeń opartej o rozszerzony model Pasquilla, która uwzględnia zjawiska faktycznie zachodzące w atmosferze podczas transportu zanieczyszczeń: reakcje chemiczne, wymywanie przez opady oraz suche osiadanie.

"Bipromet" S.A. jako jedyna instytucja w kraju wykonuje obliczenia istniejącego tła zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego. Przez tło uważa się stan zanieczyszczenia atmosfery, jaki istniałby w danym terenie, gdyby nie było analizowanego zespołu emitorów.

---

**J. Glonek**

**Skuteczność regeneracji filtrów pulsacyjnych jednokomorowych i wielokomorowych.**

W artykule omówiono zasadę działania filtra pulsacyjnego oraz warunki regeneracji filtrów jednokomorowych i wielokomorowych. Wykazano, że filtry pulsacyjne jednokomorowe trudno się regenerują zwłaszcza przy stosowaniu dużych szybkości filtracji i dużych oporach filtracji.

Wymagają one intensywnych systemów regeneracji.

Filtry pulsacyjne wielokomorowe przystosowane do regeneracji w systemie z wyłączeniem regenerowanych komór posiadają korzystne warunki regeneracji.

W filtrach tych nie występuje wędrowanie pyłów. Wadą filtrów pulsacyjnych wielokomorowych jest zmienność przepływu

oczyszczonych gazów spowodowana cyklicznym wyłączeniem poszczególnych komór z pracy.

Tą niedogodność można wyeliminować stosując odpowiednią ilość komór. Dla pyłów trudnych do regeneracji, ciężkich warunków pracy i wymaganej ciągłości pracy zaleca się stosować filtry wielokomorowe.

---

**K. Kasprzyk**

**Problemy efektywnego gospodarowania wodą i ściekami w przemyśle metali niezależnych**

Zagadnienia efektywnego i oszczędnego gospodarowania wodą i ściekami na terenie zakładu przemysłowego stały się w ostatnich latach kluczowym problemem.

W referacie omówiono na przykładach wdrożeń, problemy i korzyści wynikające z zamknięcia obiegów wodno-ściekowych wybranych zakładów przemysłu metali niezależnych: Huty Aluminium Konin oraz Huty Będzin.

Referat zawiera propozycje kierunków modernizacji gospodarki wodno-ściekowej zakładów przemysłowych w zakresie:

\* intensyfikacji istniejących technologii oczyszczania wód i ścieków (polielektrolity, osadniki wielostrumieniowe);

\* inwestowania w technologie bezodpadowe;

\* inwestowania w nowoczesną technologię gospodarki wodno-ściekowej (filtry samopłuczające, chłodziń prędkościowe);

\* optymalizowania czasu trwania cyklu inwestycyjnego.

Przedstawiony w referacie zarys propozycji nowego spojrzenia na problemy efektywnego gospodarowania wodą w zakładach przemysłu metali niezależnych powinien ułatwić odpowiednim służbom podjęcie najważniejszych dróg rozwiązania własnych problemów.

---

**K. Flak**

**Modernizacja walcerek w Walcowni Taśm Huty "Florian"**

W artykule podano informacje o modernizacji walcerek w Wydziale Walcowni Zimnej Huty "Florian". Modernizacja polegała m.in. na wymianie mechanicznej nastawy walców na układy hydrauliczne, oraz wymianie układu napędów elektrycznych na tyrystorowe.

---

**Andrzej Zbiegini**

**Instalacja wzbogacania miazgi węglowej dla zakładu wzbogacania węgla "JULIAN" sp. z o. o.**

W referacie omówiono techniczne i ekonomiczne aspekty wzbogacania miazgi węglowej na przykładzie zrealizowanej "pod klucz" budowy ZWW Julian Sp. z o.o. Zakład zbudowany został na podstawie kontraktu zawartego pomiędzy "ZWW Julian Sp. z o.o. a "Bipromet" S.A. w Katowicach oraz Central Investment Management jako dostawcę technologii i urządzeń.

---

**Zygmunt Wybraniec**

**Informatyka w działalności Biprometu.**

Przedstawiono historię informatyki, jej aktualny stan i kierunki rozwoju w działalności Biprometu, jak i również propozycje usług informatycznych dla klientów.

---



