

Tadeusz Piesuch

EMPIRYCZNA FORMUŁA WYDAJNOŚCI OSADU FILTRACYJNEGO ZAWIESINY GALENOWEJ

Streszczenie. Prowadzono badania filtracji próżniowej nad wpływem zmian czasu cyklu filtracji, zagęszczenia zawiesiny, różnicy ciśnień, temperatury i jakości poflotacyjnego koncentratu galeny na wydajność plačka filtracyjnego, co opisano równaniem empirycznym. Badane przebiegi zmian wybranych parametrów zmiennych niezależnych dały charakterystyki liniowe.

1. Wstęp

W polskich ośrodkach politechnicznych i badawczych daje się zauważyć, studiując dane literaturowe, wyodrębnienie grupy badaczy procesów wodno-mułowych, którzy swoje prace w większości poświęcają analizie problematyki procesu filtracji w szerokim pojęciu, a więc zarówno pod kątem technologii jak i samej aparatury. W Polsce, ośrodków zajmujących się tą problematyką, jest około kilkadziesiąt, a więc oprócz wyższych uczelni, branżowe instytuty górnictwa, chemii, metalurgii, a także przemysłu celulozowego, spożywczego i włókienniczego.

Wśród wielu ciekawych opracowań, dotyczących technologii procesu, należy wymienić prace St. Wrońskiego i zespołu [1-4] z Politechniki Warszawskiej (równanie filtracji a własności reologiczne zawiesin), prace J. Machej [5-8] z Instytutu Chemii Nieorganicznej w Gliwicach (problematyka przeniesienia skali badań laboratoryjnych na warunki przemysłowe, badania podstawowe oporu właściwego filtracji, badania adaptacyjne urządzeń przemysłowych), prace J. Wieczorka [9-13] z Centralnego Ośrodka Badawczego Przemysłu Chemicznego w Krakowie (dobór medium osuszającego osady filtracyjne, kryterium doboru filtrów i wirówek), oraz prace Cz. Kozłowskiego, E. Romańczyka i innych z Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach (filtracja mułów węglowych pod kątem zamykania obiegów wodno-mułowych).

Druga grupa prac, to problematyka aparaturowa, a więc m.in. prace J. Pikonia [14, 15] z Instytutu Inżynierii Chemicznej Politechniki Śląskiej w Gliwicach (filtry z wędrującymi nuczami), prace J. Blaschkego [1, 17] z AGH Kraków (nowy, tzw. styczny odbiór osadów filtracyjnych), prace T. Ziemby z Głównego Instytutu Górniczego w Katowicach (prasa filtracyjna typu GIG), prace St. Kaczmarczyka i zespołu [43] w Rybnickim Zjednoczeniu Przemysłu Węglowego (prasa filtracyjna typu ROW) oraz J. Janika z Biura Studiów i Projektów ZPMW SEPARATOR w Katowicach (filtr wstrząsany).

Istotne prace dla górnictwa węgla i rud w zakresie technologii procesu są prowadzone w Instytucie Przeróbki Kopalni Politechniki Śląskiej przez autora tej publikacji przy współpracy i pod kierunkiem J. Sówki [18-31] oraz w zakresie konstrukcji i aparatury przy współpracy i pod kierunkiem J. Nawrockiego [32-37].

Prace te rozpoczęte w 1966 roku przez J. Sówkę [31] są do dzisiaj kontynuowane i dotyczą głównie takich zawiesin jak muły węglowe [18-21], [27-30], muły miedziowe [22-25] oraz muły rud cynkowo-olowiowych. Właśnie omówienie wyników badań filtracji próżniowej tych ostatnich - zawiesiny galenowej, pod kątem analizy podstawowej zmiennej zależnej procesu dla przeróbki kopalni, tj. osadu filtracyjnego będzie tematem niniejszej publikacji

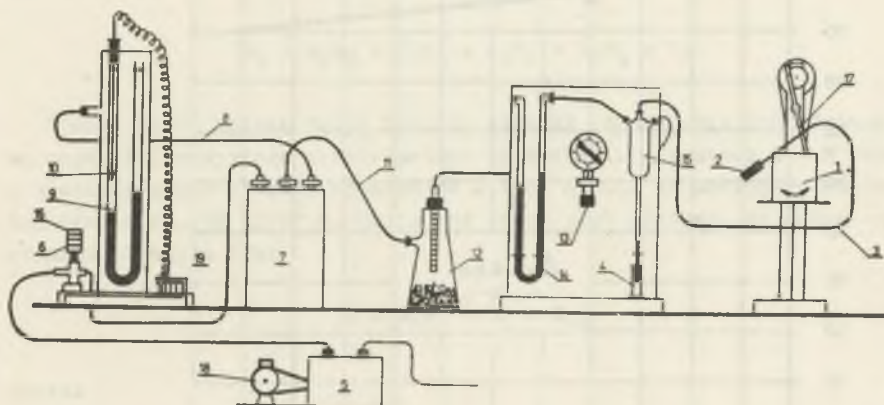
2. Technika prowadzenia pomiarów

Badania przeprowadzono na laboratoryjnym stanowisku badawczym - rys. 1, którego zasada działania została omówiona szczegółowo w innych publikacjach [20, 22, 23, 24, 25] i nie będzie tu powtarzana. Istotnym jest, że stanowisko to umożliwia automatyczne utrzymanie stałego podciśnienia w układzie, dzięki zastosowaniu manometru kontaktowego.

Podstawową używaną do badań zawiesinę stanowił koncentrat flotacyjny galeny PbS zawierający ok. 55% czystego pierwiastka Pb. Zawiesinę tę pobierano przez okres dwu dni na pierwszej zmianie roboczej, bezpośrednio po flotacji na zakładzie przerobczym Kombinatu Górniczo-Hutniczego "Orzeł Biały" w Bytomiu, która jest tam kierowana poprzez zagęszczacz do odwadniania na filtrze próżniowym bębnowym.

Parametrami zmiennymi w czasie prób były:

- czas cyklu filtracji, będący odpowiednikiem obrotu bębna (tarczy) filtra przemysłowego przy zachowaniu przeciętnie typowych stref podcykli, tj. ok. 105° ssanie, ok. 210° odwadnianie oraz ok. 45° czynności pomocnicze; przyjmowano czasy równoważne jednemu obrotowi $^{\circ}$ d 0,5 do 1,5 min. i w stosunku do tych czasów równoważnych jednemu obrotowi, określano wydajność osadu;
- różnica ciśnień w układzie 0,4 do 0,8 at,
- zagęszczenie zawiesiny od ok. 250 do ok. 1200 g/dcm³,



Rys. 1. Schemat stanowiska laboratoryjnego

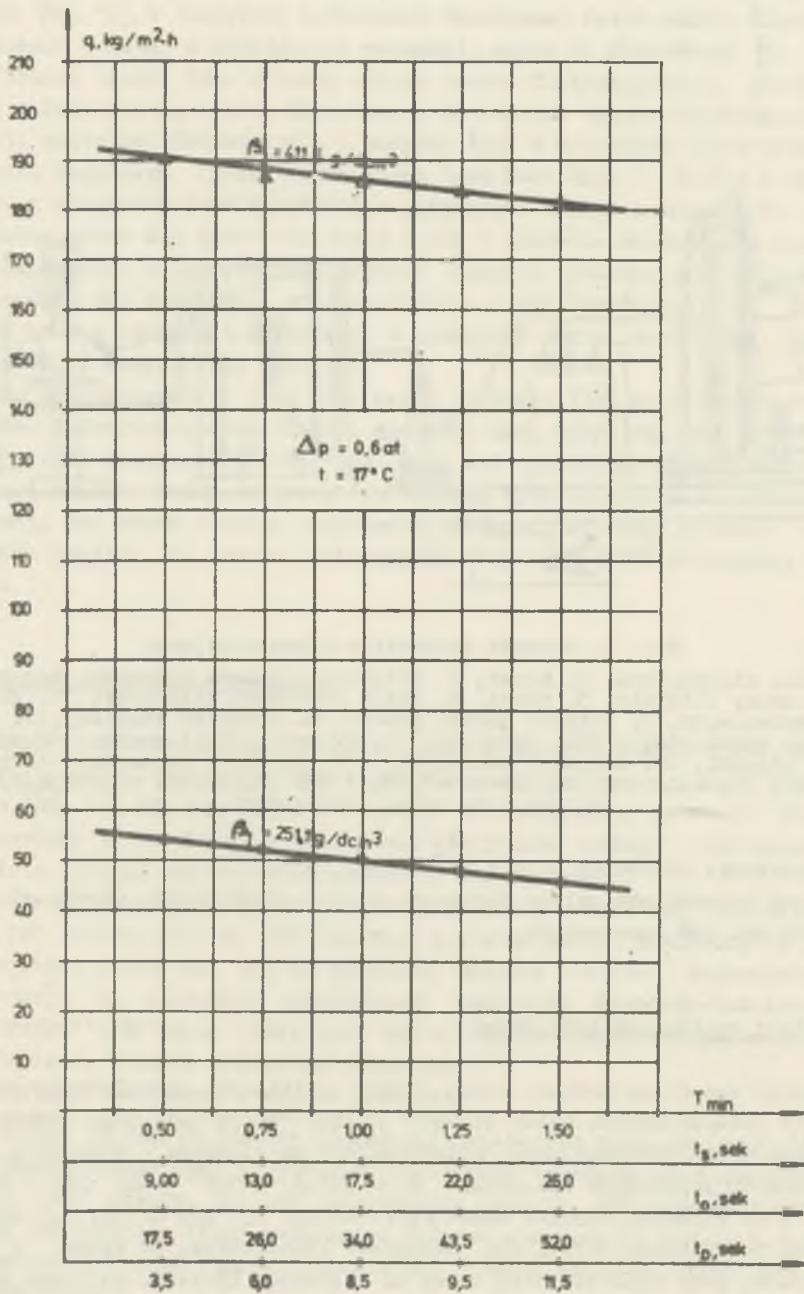
1. wanna filtracyjna, 2. ssawa, 3. połączenie gumowe filtratu, 4. zbiornik miarowy filtratu, 5. pompa, 6. zawór sterujący grzybkowy, 7. zbiornik wyrównawczy, 8. przewód giętki gumowy, 9. manometr rtęciowy, 10. pręt wodzący zakończony płytką metalową, 11. przewód giętki gumowy, 12. pochłaniacz wilgoci, 13. manometr kontaktowy, 14. manometr kontrolny (rurka z rtęcią), 15. kolektor, 16. rdzeń stalowy, 17. Urządzenie mieszające, 18. silnik, 19. układ elektryczny

- temperatura zawiesiny od ok. 17^o do ok. 70^oC,
- jakość koncentratu galeny określana zmienną zawartością ołowiu od ok. 2% do ok. 55% czystego Pb.

3. Opis i analiza wyników badań

Wyniki badań nad wpływem czasu cyklu filtracji określanego czasem trwania jednego obrotu bębna (tarcz) filtra "T" na wydajność jednostkową suchą osadu filtracyjnego, przedstawiono na wykresie - rysunek 2, dla dwu różnych zagęszczeń zawiesiny $\rho_1 = 251,1 \text{ g/dcm}^3$ oraz $\rho_2 = 441,6 \text{ g/dcm}^3$. Ze wzrostem trwania czasu cyklu od ok. 0,5 min do ok. 2,5 min wydajność jednostkowa obniża się stosunkowo nieznacznie, bo tylko o ok. 10 $\text{kg/m}^2\text{h}$, przy czym przebieg zmian ma charakter liniowy, co można aproksymować równaniem ogólnym:

$$y = a_1 x_1 + b_1, \quad (1)$$



Rys. 2. Wpływ zmian czasu cyklu filtracji na wydajność jednostkową osadu filtracyjnego

gdzie:

x_1 - zmienna niezależna odpowiadająca za czas cyklu, T, min.

y - wydajność jednostkowa sucha osadu q, $\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}$

i wyznaczyć wielkości stałe równania a_1 oraz b_1 , przy czym stałą b_1 określa związek:

$$b_1 = a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4 + a_5 x_5 + b.$$

Wyniki badań wpływu zmian różnicy ciśnień Δp na wydajność jednostkową osadu filtracyjnego przedstawiono na wykresie - rysunek 3. W badanym przedziale zmian różnicy ciśnień od 0,4 at do 0,8 at następuje wzrost wydajności o ok. $38 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$. Charakter zmian jest liniowy, co można aproksymować funkcją typu

$$y = a_2 x_2 + b_2 + C_1, \quad (2)$$

gdzie:

x_2 - zmienna niezależna odpowiadająca za różnicę ciśnień w układzie Δp , at

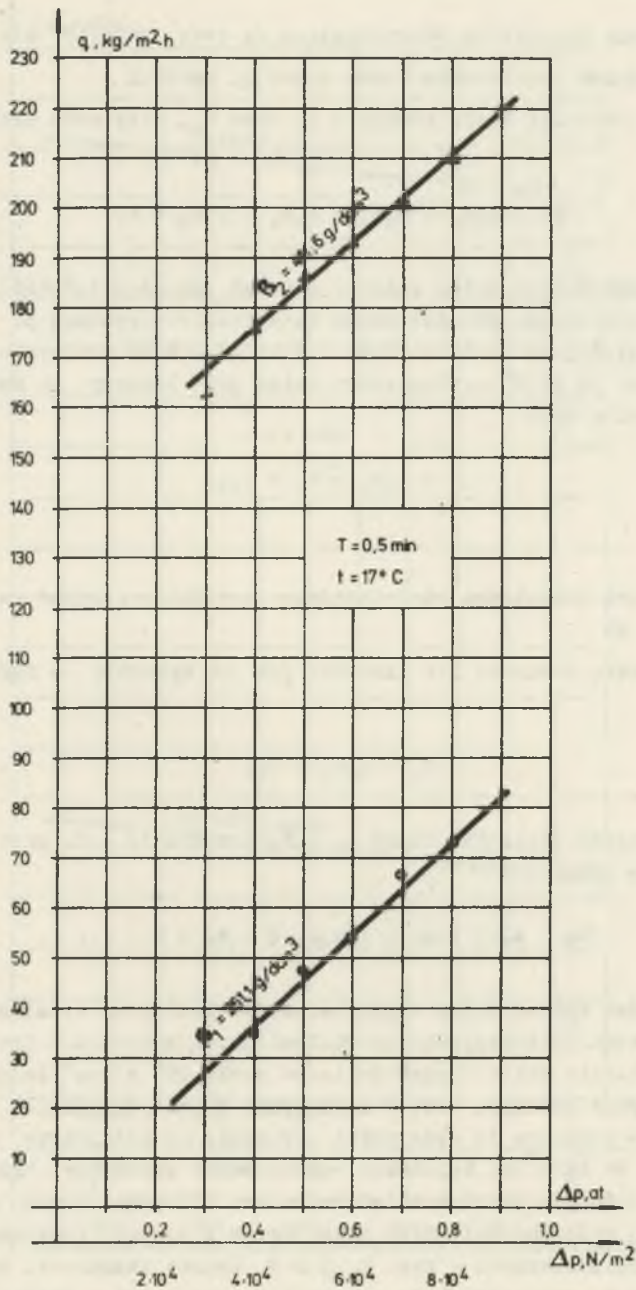
określając stałą równania dla warunków jak na wykresie - rysunek 1, a więc:

$$C_1 = a_1 x_1 + b_1, \quad (3)$$

po czym wyznaczyć wielkości stałe a_2 i b_2 w równaniu - 2, przy czym stałą b_2 określa związek

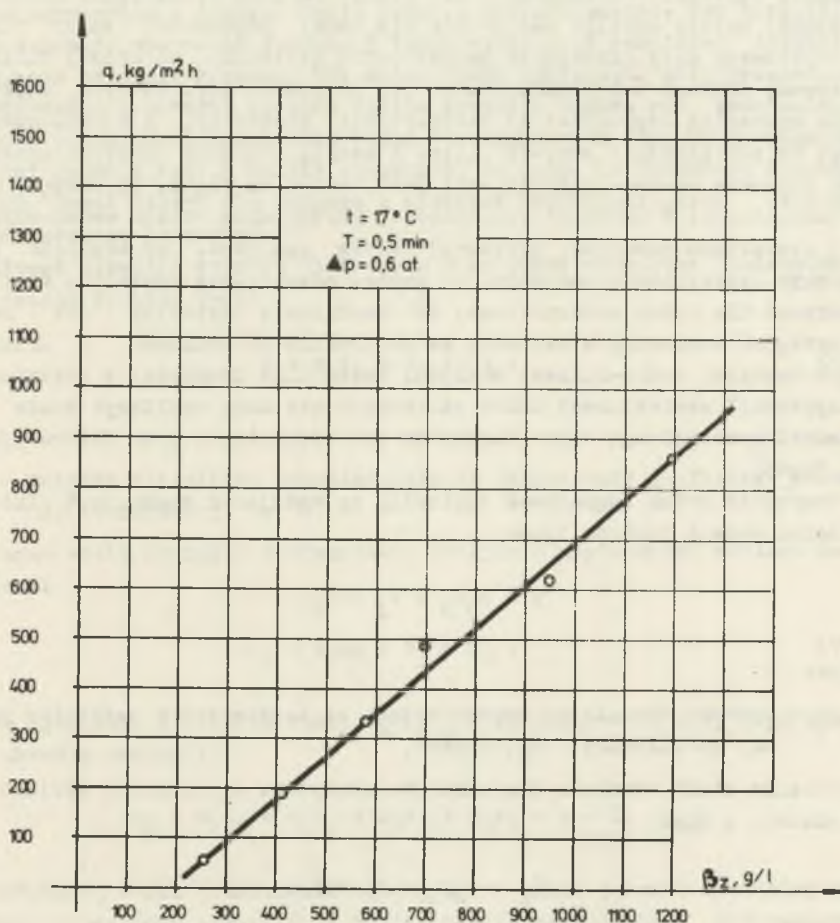
$$b_2 = a_1 x_1 + a_3 x_3 + a_4 x_4 + a_5 x_5 + b - C_1.$$

Wyniki badań wpływu zmian zagęszczenia zawiesiny na wydajność jednostkową suchą osadu filtracyjnego przedstawiono na wykresie - rysunku 4. W badanym przedziale zmian zagęszczenia od około 251 g/dcm^3 do około 1200 g/dcm^3 następuje wyraźny, bardzo intensywny wzrost wydajności o około $800 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$ w stosunku do wydajności uzyskanej na najniższym zagęszczeniu, tj. ok. $54 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$. Najniższe zagęszczenie zawiesiny, bazowe w tych badaniach dla innych serii doświadczeń równe 251 g/dcm^3 było zagęszczeniem pobranej próby na zakładzie przerobczym i zostało utrzymane w prowadzonych doświadczeniach - rys. 2, 3 i 5. Należy zaznaczyć, że zwiększanie zagęszczenia zawiesiny było szczególnie uciążliwe w trakcie wykonywania serii doświadczeń pokazanych na wykresie - rysunku 4. Muły galenowe ze względu na ich dużą gęstość bardzo szybko sedymentują, a ich osa-



Rys. 3. Wpływ zmian różnicy ciśnień na wydajność jednostkową osadu filtracyjnego

dzanie, jak wykazały obserwacje autora, jest tym bardziej intensywne im większa jest koncentracja cząstek stałych; spostrzeżenie to pokrywa się w zupełności z wynikami prac. J. Krochmala i zespołu [38] tyle, że wykonywanymi na mułach koncentratów miedziowych. Zawiesina galenowego koncentratu przy braku permanentnego mieszania, sedymentowała w mieszalniku już po kilkunastu sekundach, tworząc zbitą, bardzo twardy osad, którego nie można było ponownie wymieszać mechanicznie mieszadłem. Z drugiej strony wiadomo, że proces filtracji próżniowej wymaga pewnej laminarności przepływu przez wannę filtra; nadmierne zwiększenie turbulencji utrudnia zasysanie i tworzenie osadu na płaszczyźnie filtracyjnej. Dlatego uważa się, że problemem podstawowym, w przypadku filtracji zawiesiny galenowej



Rys. 4. Wpływ zmian zagęszczenia zawiesiny na wydajność jednostkową osadu filtracyjnego

jest dobór optymalnej częstości wabnięć mieszadła. Mieszanie zawiesiny w wannie filtra tarczowego ze względu na jej profil jest utrudnione, dla tego też w praktyce przemysłowej filtracji zawiesiny galenowej stosuje się filtry bębnowe. W tym miejscu należy zwrócić uwagę czytelnika, że nie można wykluczyć możliwości adaptacji do odwadniania takich zawiesin jak szybko sedymentująca zawiesina galenowa filtrów płatowych [32-35].

W czasie prowadzonych w tej pracy doświadczeń każdorazowo dobierano odpowiednią częstość wabnięć mieszadła dla danego zagęszczenia. Była to częstość optymalna, nie tylko dla zagęszczenia zawiesiny znajdującej się aktualnie w wannie filtra, lecz także dla wielkości samej wanny - jej pojemności, a tym samym bezwładności znajdującej się w tej wannie porcji zawiesiny. Przenoszenie problematyki doboru tej częstości do ogólnego równania filtracji budowanego w tej pracy nie jest celowe, gdyż dobór tej częstości należy ustalić oddzielnie dla danej pojemności wanny filtra przemysłowego przy określonym zagęszczeniu zawiesiny, na której filtr ma pracować; dlatego też wyników badań nie przytacza się. Za małą częstość ruchu mieszadła doprowadzi do sedymentacji zawiesiny, a w konsekwencji nawet do zablokowania obrotów filtra i awarii. Za duża częstość uniemożliwi zassanie osadu - podciśnienie jest bowiem za słabe, by pokonać silną turbulencję. W praktyce przemysłowej prowadzenia obiegu wodno-mułowego z przepływem zawiesiny galenowej należy pamiętać, szczególnie przy znacznym zagęszczeniu zawiesin, że proces odwadniania zawiesiny musi być ukończony dla całej przeznaczonej do odwadniania zawiesiny i nie można pozostawiać zawiesiny w bezruchu we wszystkich zbiornikach i urządzeniach techniki wodno-mułowej zakładu. Szczególne trudności z utrzymaniem konsystencji zawiesinowej mułów galenowych nie mogą wykluczyć także możliwości ewentualnego wprowadzenia do ich odwadniania pras filtracyjnych [5, 36-43].

Charakter zmian zagęszczeń zawiesiny na wydajność osadu jest liniowy, co można opisać funkcją typu:

$$y = a_3 x_3 + b_3 + C_2, \quad (4)$$

gdzie:

x_3 - zmienna niezależna odpowiadająca za zagęszczenie zawiesiny podanej do filtracji [ρ_2 , g/dcm³],

określając stałą równania dla warunków stałych w poprzednich seriach doświadczeń, a więc:

$$C_2 = a_2 x_2 + b_2 + C_1, \quad (5)$$

po czym wyznaczyć wielkości stałe a_3 i b_3 w równaniu - 4, przy czym stałą b_3 określa związek:

$$b_3 = a_1x_1 + a_2x_2 + a_4x_4 + a_5x_5 + b - C_2.$$

Wyniki badań wpływu zmian temperatury zawiesiny na wydajność jednostkową suchą osadu filtracyjnego przedstawiono na wykresie - rysunku 5. W badanym przedziale zmian od około 17°C do około 70°C następuje wzrost wydajności osadu o około $43 \text{ kg/m}^2\cdot\text{h}$. Zapewne praktycy mogą mieć zastrzeżenia co do celowości tego typu badań ze względu na wysokie koszty związane z dostarczaniem ciepła, które to koszty uniemożliwiają adaptację takich badań dla praktyki. Niemniej jednak z punktu widzenia naukowego nie jest to argumentem i dlatego takie badania przeprowadzono, tym bardziej, że jak wskazuje wykres na rysunku 5 temperatura jest czynnikiem istotnie wpływającym na wynik procesu. Nie można także wykluczyć przypuszczenia, że w przyszłości energia cieplna będzie znacznie tańsza po ewentualnej adaptacji pozytywnych rezultatów badań termojądrowych itp. Na marginesie tej serii badań - rys. 5 należy wspomnieć, że m.in. na Zakładzie Przerobczym KGH "Orzeł Biały" dla jednego z procesów technologicznych stosuje się podgrzewanie zawiesiny.

Ponieważ przebieg wykresu na rysunku 5 ma także charakter liniowy, można go opisać funkcją typu:

$$y = a_4x_4 + b_4 + C_3, \quad (6)$$

gdzie:

x_4 - zmienna niezależna odpowiadająca za temperaturę zawiesiny podanej do filtracji t , $^{\circ}\text{C}$,

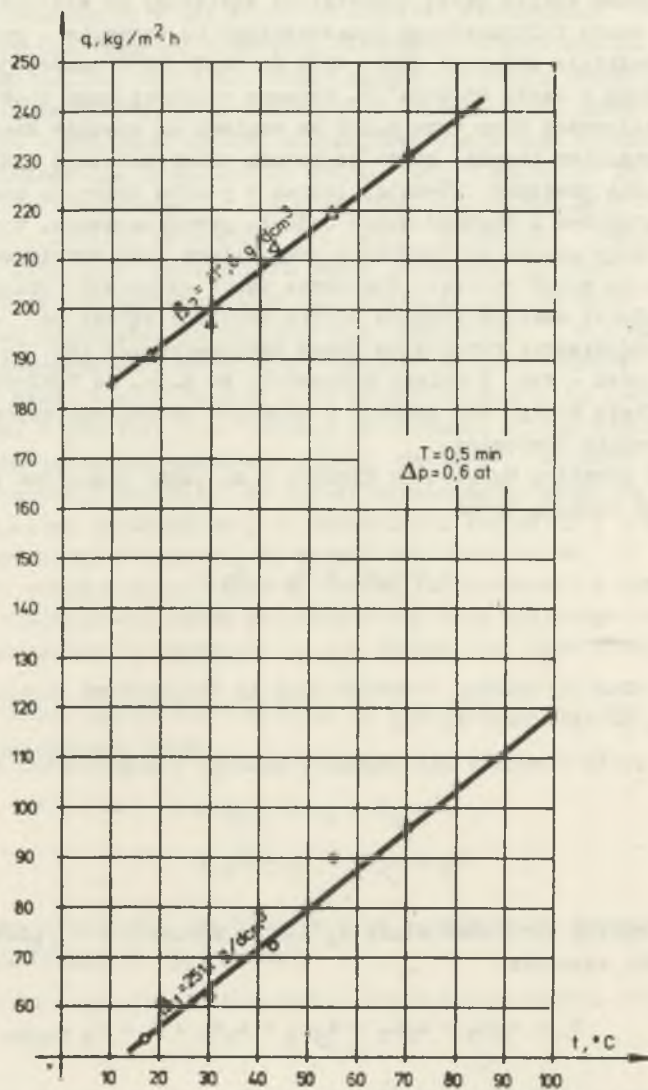
określając stałą równania dla warunków stałych w poprzednich seriach doświadczeń:

$$C_3 = a_3x_3 + b_3 + C_2, \quad (7)$$

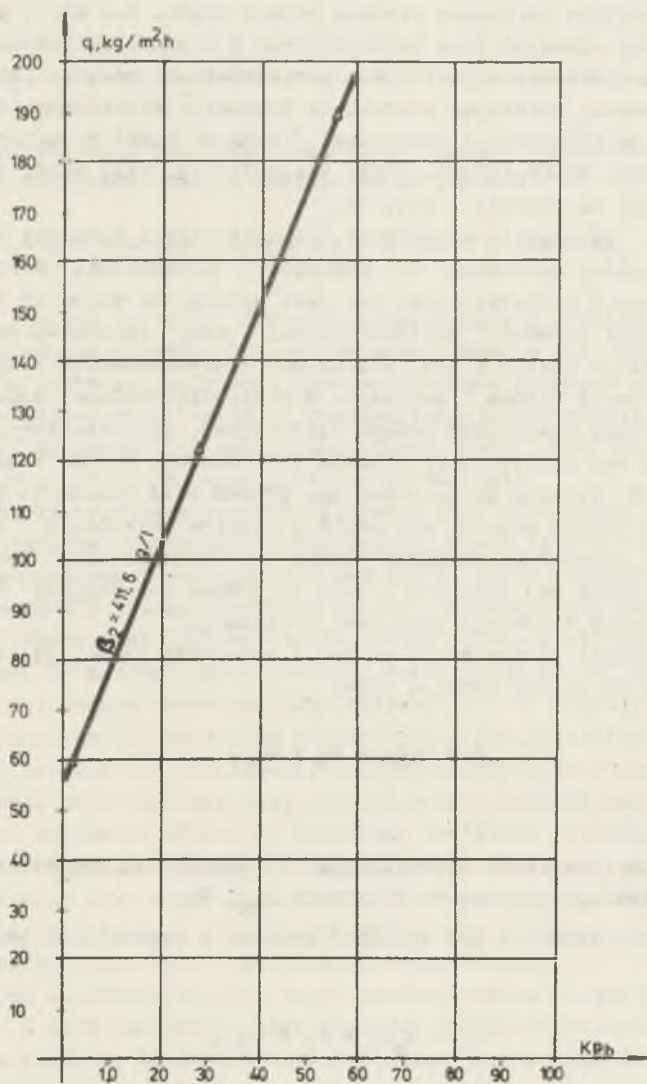
po czym wyznaczyć wielkości stałe a_4 i b_4 w równaniu - 6, przy czym stałą b_4 określa związek:

$$b_4 = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_5x_5 + b - C_3.$$

W ostatniej serii doświadczeń badano wpływ zmian jakości zawiesiny określonej procentową zawartością w niej ołowiu na wydajność jednostkową suchą osadu filtracyjnego, co pokazano na wykresie - rysunku 6. Przebieg zmian wskazuje, że zawartość ołowiu w zawieszynie ma ważny i zasadniczy



Rys. 5. Wpływ zmian temperatury zawiesiny na wydajność jednostkową osadu filtracyjnego



Rys. 6. Wpływ zmian procentowej zawartości ołowiu Pb w zawieszynie na wydajność jednostkową osadu filtracyjnego

wpływ na wydajność filtracji; zmiana zawartości ołowiu od 2% do 5% daje wzrost wydajności osadu o około $130 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$. Na rysunku 6 brak jest przebiegu dla zagęszczenia $\rho_1 = 251 \text{ g/dm}^3$; przy złej jakościowo zawieszynie, tj. przy zawartości procentowej ołowiu poniżej około 28% przy tak niskim zagęszczeniu zawiesiny równym tylko ok. 251 g/dm^3 po prostu na płótnie filtracyjnym otrzymano śladowe ilości osadu, tak małe, że trudno było takie próby określać jako autorytatywne i w miarę obiektywne.

Zmianę zawartości procentowej ołowiu w zawieszynie podanej do procesu filtracji uzyskano, mieszając pobraną na Zakładzie Przerobczym KGH "Orzeł Biały" nadawę do filtracji i koncentrat (rodzowy punkt na prostej - rys. 6) oraz filtrując tylko nadawę, gdzie znajduje się tylko około 2% ołowiu (najniższy punkt na prostej - rys. 6).

Należy tu krytycznie stwierdzić, że odniesienie łatwości filtrowalności tej zawiesiny wyłącznie do zawartości procentowej ołowiu jako wskaźnika łatwości filtrowalności nie jest ścisłe, bo wpływ na filtrowalność mają tu inne składniki polimetalicznej rudy cynkowo-ołowiowej z niecki bytomskiej - gdzie, w tzw. dolomitach kruszczonośnych znajduje się obok galeny głównie blenda i markasyt. W przypadku poddanej badaniom filtracji w tej pracy zawieszynie nadawy flotacyjnej, jej orientacyjny skład mineralogiczny był następujący: frakcja galenowa ok. 2,3%, frakcja blendowa ok. 10,44%, frakcja markasytowa ok. 21,44% oraz reszta to dolomit i śladowe ilości innych metali. Aby mówić o ścisłym określeniu wskaźnika filtrowalności należałoby określić wpływ na filtrowalność poszczególnych grup minerałów tej kopaliny - jest to jednak zagadnienie obszerne, nawet dysertacyjne i wybiega poza ramy publikacji.

Przebieg wykresu na rysunku 6 ma jak i uprzednie przebiegi charakter liniowy, można go opisać funkcją typu:

$$y = a_5 x_5 + b_5 + C_4, \quad (8)$$

gdzie:

x_5 - zmienna niezależna odpowiadająca za procentową zawartość ołowiu w zawieszynie podanej do filtracji K_{Pb} , %,

określając stałą równania dla warunków stałych w poprzednich seriach doświadczeń:

$$C_4 = a_4 x_4 + b_4 + C_3, \quad (9)$$

po czym wyznaczyć wielkości stałe a_5 i b_5 w równaniu (8), przy czym stałą b_5 określa związek:

$$b_5 = a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4 + b - C_4.$$

Tym samym ogólna końcowa postać równania będzie następująca:

$$y = a_1x_1 + b_1 + a_2x_2 + b_2 + a_3x_3 + b_3 + a_4x_4 + b_4 + a_5x_5 + b_5, \quad (10)$$

a po podstawianiu wartości liczbowych za odpowiednie stałe i uproszczeniu:

$$y = -8,5 x_1 + 100 x_2 + 0,849 x_3 + 0,787 x_4 + 2,464 x_5 - 363,5, \quad (11)$$

zaś po wprowadzeniu przyjętej symboliki oznaczeń parametrów badanych w tej pracy otrzymana formuła empiryczna ma postać:

$$q = -8,5 T + 100 \Delta p + 0,849 \beta_z + 0,787 t + 2,464 K_{Pb} - 363,5. \quad (12)$$

Jest jeszcze istotny i często rozpatrywany w procesie filtracji parametr składu ziarnowego. Nie był on analizowany w tej pracy, bowiem uziarnienie zawiesiny galenowej jest warunkowane procesem flotacji, który poprzedza odpowiednie mielenie. Poddana badaniom filtracji zawiesina to bardzo drobno uziarnione muły, gdzie ilość ziarn $< 40 \mu\text{m}$ wynosi około 50%, zaś wszystkie ziarna są mniejsze od $200 \mu\text{m}$.

Na warunki przebiegu procesu filtracji może mieć także wpływ zawartość odczynników chemicznych w zawieszynie, która jest zawiesiną flotacyjną. Do doświadczeń prowadzonych w tej pracy użyto zawiesiny z Zakładu Przerobczego KGH "Orzeł Biały", w której znajdowały się następujące ilości odczynników: olej sosnowy ok. 80 g/tonę części stałych, ksantogenian amyłowy ok. 50 g/tonę części stałych, szkło wodne ok. 80 g/tonę części stałych, zaś odczyn zawiesiny miał wartość $\text{pH} = 8$. Badania nad wpływem tych odczynników na proces, to odrębna praca doświadczalna, wybiegająca poza ramy założeń tej publikacji, przy czym należy tu zaznaczyć, że proces flotacji przebiegający przy pewnych prawie optymalnych dawkach odczynników, warunkuje charakter chemiczny zawiesiny kierowanej do filtracji, a nie odwrotnie. Ponadto odczynniki typu flotacyjnego są drogie i ich ewentualne dawkowanie do produktów poflotacyjnych, celem usprawnienia przebiegu filtracji - o ile ich wpływ będzie istotny na przebieg procesu, musi być poprzedzone rachunkiem ekonomicznym.

Odrębnym zagadnieniem jest także problem doboru siatek filtracyjnych, [13, 30]. W tych badaniach autor stosował płótno filtracyjne typu BT-6 stosowane także na filtrze w Zakładzie Przerobczym "Orzeł Biały". Przy tak drobnoziarnistych mułach następuje, w trakcie procesu zapełnienie oczek siatki filtracyjnej, która po każdym cyklu musi być zregenerowana. Z tym zagadnieniem łączy się problem sprawności odbioru osadu, która to sprawność jest w warunkach przemysłowych niewielka i to tym mniejsza, im cieńsza jest warstwa osadu filtracyjnego. Obserwacje procesu filtra-

cji na zakładzie KGH "Orzeł Biały" wykazały, że sprawność ta mieści się w granicach 0,5 do 0,8 - z tym zagadnieniem zasadniczo łączy się problem weryfikacji wyników laboratoryjnych a przemysłowych procesu [6], a więc problem weryfikacji formuły - 12. Formuła ta musi być więc skorygowana do postaci:

$$q = (-8,5 T + 100 \Delta p + 0,849 \beta_z + 0,787 t + 2,464 K_{Pb} - 363,5)\eta \quad (13)$$

gdzie:

η - sprawność odbioru osadu dla warunków przemysłowych w granicach 0,5 - 0,6.

W badaniach laboratoryjnych prowadzonych w tej pracy, sprawność ta wynosiła praktycznie $\eta = 1$. Można uważać za celowe przeprowadzenie dalszych badań nad ściślejszym określeniem wielkości sprawności odbioru η w zależności od warunków filtracji podobnie jak to uczynił autor w innej swojej pracy dla mułów węglowych [28].

W zakończeniu należy wspomnieć, że pełna analiza procesu filtracji musi być odniesiona do jakości osadu oraz wydajności i jakości filtratu; omówienie badań nad tymi zmiennymi zależnymi będzie przedmiotem oddzielnych publikacji. Podobnie oddzielnych badań i analiz wymagałoby określenie i omówienie interakcji poszczególnych czynników zmiennych badanych tu w procesie filtracji próżniowej koncentratu galenowego. Takie badania prowadził autor dla mułów węglowych, gdzie wykazano niewielkie efekty interakcyjne w stosunku do istotności efektów głównych [20]. Autor przyjął a priori, że podobnych wyników można spodziewać się w zakresie badań interakcyjnych dla innych zawiesin, w tym także zawiesiny galenowej, czym uzasadnia stosowanie w tej pracy matematycznej metody supozycji. Aproksymację prowadzono wobec przebiegu dla zagęszczenia zawiesiny $\beta_1 = 251,1 \text{ g/dcm}^3$ z wyjątkiem ostatniej zmiennej, tj. zawartości ołowiu w fazie stałej zawiesiny K_{Pb} , gdzie aproksymowano dla przebiegu $\beta_2 = 411,6 \text{ g/dcm}^3$.

4. Wnioski

Podsumowując analizę i dyskusję prowadzonych badań, można wyodrębnić z niej pewne ogólne wnioski.

1. Proces filtracji próżniowej zawiesiny flotacyjnego koncentratu galenowego, analizowany w funkcji podstawowych zmiennych parametrów, ma charakter liniowy w ramach badanych przedziałów zmian tych czynników.

2. Proces filtracji próżniowej zawiesiny flotacyjnego koncentratu galenowego można przedstawić w formie prostej i łatwo rozwiązywalnej formuły empirycznej - równanie 12.

3. Adaptacja określonej w pracy formuły empirycznej dla praktyki będzie uwarunkowana koniecznością oddzielnych badań na filtrze przemysłowym nad ustaleniem wielkości współczynnika sprawności odbioru osadu η w warunkach ruchowych - równanie 13.

4. Spośród badanych czynników zmiennych największy wpływ na zmianę wydajności osadu filtracyjnego ma zagęszczenie zawiesiny podanej do procesu; wzrost zagęszczenia daje intensywny wzrost wydajności.

5. Wzrost zagęszczenia zawiesiny podanej do procesu filtracji musi być równoległy ze wzrostem intensywności mieszania; intensywność mieszania ma być ustalana dla danej maszyny filtracyjnej przy określonym zagęszczeniu zawiesiny i intensywność ta posiada optimum dla którego wydajność jest maksymalna przy określonych warunkach filtracji.

LITERATURA

- [1] Wroński St.: Referat na Konferencji Naukowej Inżynierii i Aparatury Chemicznej PAN - Arturówek 1968 r.
- [2] Wroński St., Ptasiński K., Siwiński J.: Badania filtracyjnego rozdzielania zawiesiny ciała stałego w cieczy nie newtonowskiej. Sprawozdanie Inst. Inż. Chem. Politechniki Warszawskiej 1970 r.
- [3] Wroński St., Ptasiński K., Siwiński J.: Badanie własności układów filtracyjnych złożonych z rozdrobnionego ciała stałego i cieczy nie newtonowskiej. Prace Inst. Inżynier. Chem. Pol. Warszawskiej, t. I, nr 4, 1972 r.
- [4] Wroński St., Laskowski L.K.: Równanie filtracji izobarycznej układów tworzących osady o oporze właściwym zmiennym w czasie. Prace Inst. Inż. Chem. Pol. W-wskiej, t. III, nr 1-2, 1974 r.
- [5] Machej J., Treffer U.: Ocena przydatności stosowania prasy EPAKM do filtracji zawiesin zeolitu. Inż. i Aparat. Chemiczna 1973/3.
- [6] Machej J.: Współczynniki przenoszenia skali dla filtrów obrotowych na podstawie badań zawiesin krzemionkowych i węglowych. Praca doktorska - marzec 1975 r. Instytut Inżynierii Chemicznej - Gliwice.
- [7] Machej J.: Praktyczne wykorzystanie wyników badań filtracji. Inżynieria Chemiczna 1973/9.
- [8] Machej J.: Opór właściwy osadów ściśliwych - definicje i sposoby wyznaczania na drodze eksperymentalnej. Inżynieria Chemiczna 1973/3.
- [9] Wieczorek J.: Suszenie osadów na filtrach parą przegrzaną. Praca dyplomowa AGH, 1971 r.
- [10] Wieczorek J.: Metody obniżania wilgotności w osadach filtracyjnych. Przemysł Chemiczny 1975/1.
- [11] Wieczorek J., Bednarczyk K.: Zasady doboru filtrów i wirówek. Przemysł Chemiczny 1974/12.
- [12] Wieczorek J.: Obniżanie wilgotności w osadach filtracyjnych za pomocą pary. ZN - AGH nr 541, Górnictwo z. 81.
- [13] Bednarczyk K.: Badania i studia nad przegrodami filtracyjnymi. OBRCEBa Kraków 1971 r. Sprawozdanie.
- [14] Pikoń J., Sasiadek B.: Filtr z wędrującymi nuczami. Inż. i Aparatura Chemiczna 1975/5.

- [15] Pikoń J. i inni: Atlas konstrukcji aparatury chemicznej. Wydanie II Politechnika Śląska - rozdział 5, 1975 r.
- [16] Blaschke J.: Wpływ parametrów sprężonego powietrza na skuteczność odrywania placka z tarczy filtra próżniowego. Kraków 1973 r. Praca doktorska AGH.
- [17] Blaschke J.: Metody odrywania placka filtracyjnego w tarczowych filtrach próżniowych. ZN AGH nr 541, Górnictwo z. 81.
- [18] Piecuch T.: Próba analizy techniczno-ekonomicznej wybranych układów obiegu wodno-mułowych. Separator 1970/2.
- [19] Piecuch T.: Ocena wskaźników techniczno-ekonomicznych filtrów próżniowych. Separator 1970/3.
- [20] Piecuch T.: Badania efektywności procesu filtracji mułów węgla surowych w świetle doświadczeń. Praca doktorska - Politechnika Śląska - Gliwice, czerwiec 1972 r.
- [21] Sówka J., Piecuch T.: Stan badań teoretycznych i praktycznych nad procesem filtracji zawiesin. ZN Pol. Śl. nr 403, Górnictwo z. 60, 1974 r.
- [22] Sówka J., Piecuch T., Sówka R.: Empiryczne równanie na określenie wydajności jednostkowej osadu filtracyjnego zawiesin poflotacyjnych odpadów miedziowych. Rudy i Metale Nieżelazne 1974/1.
- [23] Sówka J., Piecuch T., Sówka R.: Empiryczne równanie na określenie zagęszczenia filtratu zawiesin poflotacyjnych odpadów miedziowych. Inżynieria i Aparatura Chemiczna 1974/4.
- [24] Sówka J., Piecuch T., Sówka R.: Empiryczne równanie na określenie wydajności jednostkowej filtratu zawiesin poflotacyjnych odpadów miedziowych ZN AGH nr 447, Górnictwo z. 57, 1974 r.
- [25] Sówka J., Piecuch T., Sówka R.: Empiryczne równanie na określenie zawartości wilgoci w osadzie filtracyjnym poflotacyjnych odpadów miedziowych. Rudy i Metale Nieżelazne 1974/6.
- [26] Piecuch T.: Problemy oceny jakości odfiltrowania osadów mułów na filtrach. Biuletyn SITG, Informacja Techniczno-Ekonom. JMZPW z. 4, 1973 r.
- [27] Sówka J., Piecuch T.: Zależności pomiędzy niektórymi parametrami w procesie filtracji próżniowej zawiesin węglowych. ZN Pol. Śl. nr 403 Górnictwo 67, 1975 r.
- [28] Piecuch T.: Analityczno-empiryczny model procesu filtracji próżniowej zawiesin mułów węglowych. ZN Pol. Śl. nr 434 Górnictwo z. 67, 1975 r.
- [29] Piecuch T., Sówka R., Smyk A.: Filtracja próżniowa zawiesin poflotacyjnych odpadów miedziowych z użyciem flokulantów. Rudy i Metale Nieżelazne 1976/6.
- [30] Piecuch T.: Badania nad wpływem różnych siatek filtracyjnych na proces filtracji próżniowej zawiesin poflotacyjnych odpadów miedziowych, Prace Instytutu Przeróbki Kopalni 1974 r.
- [31] Sówka J., Sówka R.: Niektóre aspekty rozkładu zawartości wilgoci w placku na filtrze tarczowym. ZN Pol. Śl. 21, 1967 r.
- [32] Nawrocki J., Piecuch T., Szoltysek A.: Filtr próżniowy P-178 988.
- [33] Nawrocki J., Piecuch T., Szoltysek A.: Filtr próżniowy P-178 854.
- [34] Nawrocki J., Piecuch T., Szoltysek A.: Urządzenie do odbioru osadów filtracyjnych na filtrach próżniowych. P-180 073.
- [35] Nawrocki J., Piecuch T., Szoltysek A.: Urządzenie do odbioru osadów filtracyjnych w filarach próżniowych. P-180 075.
- [36] Piecuch T., Opiełka A.: Nowe konstrukcje pras filtracyjnych Rudy i Metale Nieżelazne 1976/8.

- [37] Piecuch T., Opiełka A.: Technologiczne badania pracy prasy filtracyjnej typu ROW (zgłoszono do druku w ZN AGH).
- [38] Krochmal J., Strama J., Kwiatkowska R., Zielińska I.: Ocena procesu sedimentacji wodnych zawiesin koncentratu miedzi. Rudy i Metale Nieżelazne 1976/2.
- [39] Witting G.: Hinweise aus den Betrieben. Glückauf 99, 1963, Heft 25
- [40] Ermakow J.S., Messengiser M.J.: Die automatische Filterpresse. ЕРАКМ Chem. Techn. 26 Ig Heft 1, Januar 1974.
- [41] Reuter J., Lemke K.: Entwässerung von Steinkohlenschlämmen auf einem Druckfilter. Bauart Test mit Hilfe von Dampf. Glückauf 99, 1963 Heft 25.
- [42] Kipp W.: Vollautomatische Schlammentwässerung. Aufbereitungstechnik Nr 9/1963 r.
- [43] Luksa E., Grzesik M., Korzuch E.: Racjonalne wykorzystanie najdrobniejszych ziarn urobku węgla koksowego ZN AGH nr 541, Górnictwo z. 81.

ЭМПИРИЧЕСКАЯ ФОРМУЛА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ФИЛЬТРАЦИОННОГО ОСАДКА ГАЛЕНИТОВОЙ ВЗВЕСИ

Резюме

Проведены исследования вакуумной фильтрации и влияния изменений времени цикла фильтрации, сгущения взвеси, разницы давлений, температуры и качества пофлотационного концентрата галенита на производительность фильтрационной лепёшки, что представили в виде эмпирического уравнения. Исследуемые процессы изменений избранных параметров независимых изменений дали линейные характеристики.

EMPIRICAL PRODUCTIVITY OF FORMULA IN FILTRATION SEDIMENT IN GALLEN'S SUSPENSION

Summary

The studies of vacuum filtration under the influence of changes of filtration cycle time density of suspension, pressure differences, temperature and quality of halffloating Gallen's concentrate over productivity of filtration pat have been carried out and described by means of experimental equation. The course of changes of the selected parameters independent variables studied here proved to have linear characteristics.