

Henryk Mańka, Jerzy Świtała  
Kopalnia Węgla Kamiennego "Moszczenica"  
Ośrodek Naukowo-Badawczy  
Zakładów Mechanicznej Przeróbki Węgla  
kopalń Rybnickiego Zjednoczenia  
Przemysłu Węglowego  
Jastrzębie

## BADANIA WPŁYWU RODZAJU ODCZYNNIKA NA WARTOŚCI ZAGĘSZCZEŃ PRODUKTÓW FLOTACJI

### Wstęp

W warunkach ruchowych zakładów mechanicznej przeróbki węgla występuje problem prowadzenia ruchu flotacji według ustalonych wymagań technologicznych. Polega on na konieczności opanowania wpływu zmiennych parametrów nadawy flotacyjnej tj. parametrów wynikających z całokształtu gospodarki wodno-mułowej zakładu oraz potrzebie uwzględnienia fluktuacji przepływów mętów flotacyjnych, odczynników itp. parametrów, korekcja których zależy od subiektywnej oceny pracowników obsługujących urządzenia flotacyjne.

Trudności rozwiązania tego problemu sprowadzają się do braku dostatecznie prostych i pewnych metod pomiarowych, umożliwiających każdorazowe szybkie określenie odstępstw od prawidłowej technologii. Sprowadza się to do konieczności określenia jednego wskaźnika względnie parametru charakteryzującego się szczegółową własnością polegającą na ścisłym % określeniu odstępstwa badanego procesu od procesu wzorcowego.

Tę szczególną właściwość posiada np. statystyczny wskaźnik zaproponowany przez Suprunę [1]. Wskaźnik ten posiada jednak podstawową wadę: wyliczenie wartości wskaźnika Su-

pruna opiera się na znajomości zapopielenia wszystkich produktów flotacji tj. na parametrach których oznaczenie w warunkach ruchowych jest zbyt uciążliwe i niedogodne.

W Ośrodku naukowo-badawczym kopalń Rybnickiego Zjednoczenia Przemysłu Węglowego czynione są próby bieżącego korygowania procesu flotacji w oparciu o uzasadniony technicznie system pomiarowy. Jak powszechnie wiadomo regulacja przemysłowej baterii flotacyjnej sprowadza się na ogół do:

- korygowania ilości nadawy kierowanej do baterii
- regulacji zagęszczenia nadawy poprzez dodatek wody czystej
- regulacji poziomów mętów w poszczególnych komorach przy pomocy specjalnych przesłon, ustawienie których ma bezpośredni wpływ na przepływ przez komorę
- korygowanie ilości koncentratów poprzez kierowanie jego części do flotacji wtórnej oraz
- korygowanie ilości doprowadzonego odczynnika flotacyjnego.

Regulacje takie przeprowadza maszynista flotacji na podstawie jego subiektywnego odczucia nabytego podczas wieloletniej praktyki.

Należy stwierdzić, że doświadczony maszynista flotacji potrafi doskonale wyregulować pracę baterii flotacyjnej, by uzyskać możliwie optymalny efekt jej pracy.

W związku z postępującą rozbudową oddziałów flotacji, wzrostem znaczenia flotacji jako elementu decydującego o możliwości unormowania gospodarki wodno-mułowej zakładów przerobowych, koniecznym staje się uniezależnienie ruchu flotacji od subiektywnych możliwości kadry wykwalifikowanych maszynistów. Dla osiągnięcia tego celu modernizuje się konstrukcje samych baterii, np. poprzez zastosowanie systemu sterowego i automatyzację zasilania baterii.

W niniejszym referacie podjęto próbę uzyskania obiektywnych wskaźników łatwych do wyznaczenia w warunkach ruchowych, a umożliwiających poprawną regulację baterii flotacyjnych. Przyjmując za punkt wyjścia rozważań bilanse materiałowe (bilans objętościowy i masowy) można napisać cztery powszechnie znane wzory:

$$Q_O = \frac{\beta_K - \beta_N}{\beta_K - \beta_O} Q_N \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_K = \frac{\beta_N - \beta_O}{\beta_K - \beta_O} Q_N \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_O^S = \frac{A_N - A_K}{A_O - A_K} Q_N^S \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_K^S = \frac{A_O - A_N}{A_O - A_K} Q_N^S \text{ m}^3/\text{h}$$

gdzie:

- $\beta$  - zagęszczenie substancji stałej  $\text{KG}/\text{m}^3$
- A - zapopielenie %
- Q - objętościowe natężenie przepływu  $\text{m}^3/\text{h}$
- $Q^S$  - masowe natężenie przepływu  $\text{T}/\text{h}$

indeksy dolne:

- N - nadawa
- K - koncentrat
- O - odpady

$$\frac{Q_O}{Q_N} = U_O; \quad \frac{Q_K}{Q_N} = U_K$$

$$\frac{Q_O^S}{Q_N^S} = E_O; \quad \frac{Q_K^S}{Q_N^S} = E_K$$

a następnie dzieląc stronami odpowiednie równanie bilansu masowego przez równanie bilansu objętościowego można uzyskać kolejne dwa równania:

$$\beta_O = \frac{E_O}{U_O} \beta_N$$

$$\beta_K = \frac{E_K}{U_K} \beta_N$$

Zakładając prowadzenie procesu flotacji dla tego samego mułu lecz w różnych warunkach (np. przy zastosowaniu różnych odczynników) równania te można przedstawić w postaci:

$$\frac{\beta_{O_1}}{\beta_{N_1}} U_{O_1} = \frac{\beta_{O_2}}{\beta_{N_2}} U_{O_2} = \frac{\beta_{O_3}}{\beta_{N_3}} U_{O_3} = \text{const.}$$

$$\frac{\beta_{K_1}}{\beta_{N_1}} U_{K_1} = \frac{\beta_{K_2}}{\beta_{N_2}} U_{K_2} = \frac{\beta_{K_3}}{\beta_{N_3}} U_{K_3} = \text{const.}$$

Wprowadzając ograniczenia w postaci stałego zagęszczenia nadawy można uzyskać dalsze uproszczenia:



$$\beta_{oi} \cdot U_{oi} = \text{const.}$$

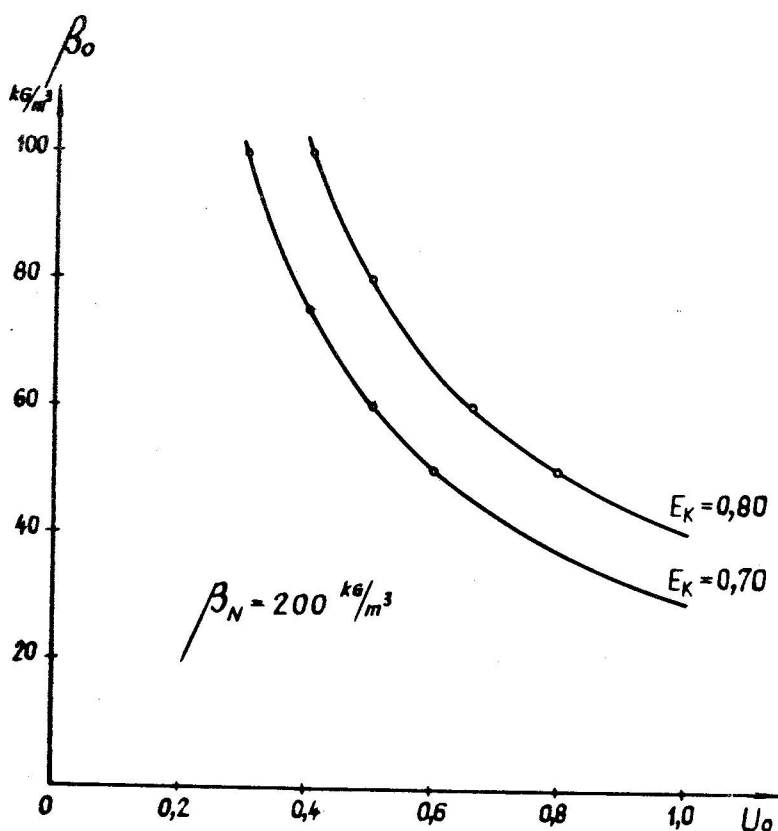
$$\beta_{ki} \cdot U_{ki} = \text{const.}$$

Dla zobrazowania charakteru wprowadzonego równania posłużmy się przykładem liczbowym:

Dany jest muł węglowy A o zapopieleniu 20% oraz muł B o zapopieleniu 30%. Przeprowadzono po 4 flotacje tych mułów przy stałym zagęszczeniu nadawy  $\beta_N = 200 \text{ kg/m}^3$  ale przy użyciu różnych odczynników. Wyniki flotacji spełniają warunki równania a mianowicie dla mułu A  $E_k=0,8$  oraz  $E_k = 0,7$  dla mułu B uzyskano następujące wyniki flotacji

|            | Muł A     |       | Muł B     |       |
|------------|-----------|-------|-----------|-------|
|            | $\beta_0$ | $U_0$ | $\beta_0$ | $U_0$ |
| Flotacja 1 | 100       | 0,40  | 100       | 0,3   |
| " 2        | 80        | 0,50  | 75        | 0,4   |
| " 3        | 60        | 0,67  | 60        | 0,5   |
| " 4        | 50        | 0,80  | 50        | 0,6   |

Wyniki tych rozważań przedstawiono graficznie na rys. 1. Prowadząc powyższe rozważania przyjęto, że definicje zagęszczeń uzysków masowych i objętościowych produktów flotacji są niezależne od sposobu prowadzenia flotacji i dlatego rozważania te są słuszne zarówno dla flotacji ciągłej jak i periodycznej.



Rys. 1. Wykres zależności  $\beta_{oi} U_{oi} = \text{const.}$

### Część doświadczalna

Interpretacja graficzna układu hiperbol wymaga potwierdzenia doświadczalnego, a ściślej potwierdzenia tego wymaga hipoteza robocza: flotacja nadawy węglowej przy użyciu różnych odczynników, prowadzona do stałego uzysku koncentratu, dostarcza produktów różniących się zagęszczeniami.

Opracowując program badań laboratoryjnych kierowano się dwoma zasadniczymi celami:

- stwierdzeniem występowania różnic w wartościach zagęszczeń produktów flotacji (potwierdzenie hipotezy roboczej) tego samego mułu przy użyciu różnych odczynników
- określeniem związków ilościowych występujących pomiędzy zagęszczeniami produktów poszczególnych flotacji a będących funkcją rodzaju odczynnika.

Zdając sobie sprawę z trudności przeprowadzenia identycznych procesów flotacji, zaprogramowano wykonanie dwóch serii badań dla dwóch różnych odczynników a mianowicie mieszaniny oleju napędowego z 10% dodatkiem Alifalu H oraz mieszaniny oleju napędowego z 20% dodatkiem Sympinolu. Dobór odczynników podyktowany został własnościami przeznaczonych do badań mułu z bieżącej produkcji kopalni Mszczonowica [2]. Do badań pobrano około 20 kg mułu, który następnie dokładnie uśredniono i podzielono na 16 wyjściowych porcji dla flotacji jednostkowych.

Flotacje prowadzono systemem periodycznym, jednak celem uzyskania maksymalnego zbliżenia do warunków flotacji ciągłej, zastosowano system wielostopniowego flotowania młków przy porcjowanym dozowaniu odczynnika. Badania prowadzono przy pomocy laboratoryjnej maszynki flotacyjnej firmy Humboldt z wirnikiem dwustronnym średnicy 80 mm i pojemności komory 15 l. Obroty wirnika ustawiono na wartość 1400 obr/min. przy pomocy ręcznego tachometru typu H - 6.

Jednostkową próbę flotacji prowadzono według następującego toku postępowania:

Do flotownika wprowadzono 15 l nadawy składającej się z wody wodociągowej i uprzednio wydzielonej porcji mułu. Po uruchomieniu wirnika wprowadzono pierwszą porcję 0,15 ml odczynnika, wydzielający się koncentrat zbierano do oddzielnego naczynia. Z chwilą ustania flotacji dodawano następną porcję 0,15 ml odczynnika i odbierano drugi z kolei koncentrat. Operację tę powtarzano tak długo jak dłu-

go uzyskiwano wymierne ilości koncentratów. Na ogół odbierano 6-8 koncentratów zużywając optymalne ilości odczynnika. Tym sposobem wyjściową porcję mułów rozdzielano na 6-8 koncentratów oraz odpady.

Dla produktów tych oznaczano: wychód poszczególnych koncentratów ich zapopielenie oraz zagęszczenie i zapopielenie odpadów flotacyjnych. Zagęszczenie koncentratu wyliczono jako wartość średnią wszystkich koncentratów (suma uzysków masowych wszystkich koncentratów podzielona przez różnicę objętości nadawy i objętości odpadów).

Jak z powyższego wynika występuje tu pełna analogia w zakresie mechanizmu wyznaczania poszczególnych parametrów flotacji przemysłowej.

#### Wyniki szczegółowe badań

W tablicy 1 przedstawiono charakterystykę podstawowych parametrów flotacji laboratoryjnych przy użyciu mieszaniny 10% Alifalu w oleju napędowym, zaś odpowiednie parametry dla flotacji z 20% Synpinolem zestawiono w tabl. 2.

Ze względu na znaczne różnice wartości parametrów flotacji wykonanych przy użyciu tego samego odczynnika, wyniki badań poddano opracowaniu statystycznemu przy pomocy elektronicznej maszyny cyfrowej typ ICL-1904 E w Centralnym Ośrodku Informatyki Górnictwa i Energetyki w Katowicach. Obliczenia prowadzono w oparciu o program standartowy [3] Celem uzyskania większej ilości informacji odnośnie współzależności statystycznych zakres interesujących parametrów pomiarowych poszerzono o następujące parametry wtórne:

$$E_K; U_K; U_K/U_0; \beta_0/U_K; \beta_0/\beta_N; U_K\beta_N/\beta_0$$

W tablicach 3 i 4 przedstawiono macierze korelacji dla parametrów flotacji charakteryzujących badane odczynniki.

Tablica 1

Parametry flotacji laboratoryjnych przy użyciu 10% Alifalu

| Flotacja          | Parametry zmierzone |           |           |       | Parametry wyliczone |       |                   |                       |                           |                               |
|-------------------|---------------------|-----------|-----------|-------|---------------------|-------|-------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------------|
|                   | $\beta_N$           | $\beta_K$ | $\beta_O$ | $A_K$ | $E_K$               | $U_K$ | $\frac{U_K}{U_O}$ | $\frac{\beta_O}{U_K}$ | $\frac{\beta_O}{\beta_N}$ | $\frac{U_K \beta_N}{\beta_O}$ |
| 1                 | 85,8                | 282       | 17,5      | 5,78  | 0,849               | 0,258 | 0,348             | 67,8                  | 0,204                     | 1,266                         |
| 2                 | 86,8                | 295       | 18,9      | 5,92  | 0,835               | 0,246 | 0,326             | 76,9                  | 0,218                     | 1,129                         |
| 3                 | 86,0                | 283       | 17,2      | 6,29  | 0,851               | 0,259 | 0,349             | 66,5                  | 0,200                     | 1,294                         |
| 4                 | 81,9                | 278       | 18,4      | 6,01  | 0,830               | 0,245 | 0,324             | 75,2                  | 0,225                     | 1,089                         |
| 5                 | 87,2                | 288       | 19,4      | 5,96  | 0,833               | 0,252 | 0,338             | 76,9                  | 0,223                     | 1,135                         |
| 6                 | 86,1                | 291       | 19,4      | 6,18  | 0,830               | 0,246 | 0,326             | 79,0                  | 0,225                     | 1,090                         |
| 7                 | 86,0                | 298       | 22,7      | 5,49  | 0,796               | 0,230 | 0,299             | 98,7                  | 0,264                     | 0,871                         |
| 8                 | 87,6                | 303       | 27,2      | 5,75  | 0,757               | 0,219 | 0,280             | 124,2                 | 0,311                     | 0,705                         |
| Wart. średnia     | 85,9                | 290       | 20,1      | 5,92  | 0,823               | 0,244 | 0,33              | 83,1                  | 0,234                     | 1,072                         |
| " minimum         | 81,9                | 278       | 17,2      | 5,49  | 0,757               | 0,219 | 0,28              | 66,5                  | 0,200                     | 0,705                         |
| " maksimum        | 87,6                | 303       | 27,2      | 6,29  | 0,851               | 0,259 | 0,35              | 124,2                 | 0,311                     | 1,294                         |
| Odchyl. standart. | 1,75                | 8,61      | 3,33      | 0,25  | 0,03                | 0,01  | 0,02              | 19,28                 | 0,04                      | 0,20                          |

Tablica 2

## Parametry flotacji laboratoryjnych przy użyciu 20% Synpinolu

| Flotacja      | Parametry zmierzone |           |           |       |       | Parametry wyliczone |                   |                       |                           |                                 |
|---------------|---------------------|-----------|-----------|-------|-------|---------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------------|
|               | $\beta_N$           | $\beta_K$ | $\beta_O$ | $A_K$ | $E_K$ | $U_K$               | $\frac{U_K}{U_O}$ | $\frac{\beta_O}{U_K}$ | $\frac{\beta_O}{\beta_N}$ | $\frac{U_K - \beta_N}{\beta_O}$ |
| 1             | 86,1                | 268       | 21,0      | 6,42  | 0,820 | 0,264               | 0,358             | 79,7                  | 0,244                     | 1,081                           |
| 2             | 86,4                | 274       | 23,4      | 5,85  | 0,798 | 0,251               | 0,336             | 93,1                  | 0,271                     | 0,928                           |
| 3             | 85,6                | 272       | 17,5      | 6,46  | 0,850 | 0,268               | 0,365             | 65,4                  | 0,204                     | 1,309                           |
| 4             | 89,7                | 283       | 20,2      | 6,23  | 0,835 | 0,265               | 0,360             | 76,4                  | 0,225                     | 1,174                           |
| 5             | 73,3                | 210       | 19,8      | 6,26  | 0,805 | 0,281               | 0,391             | 70,4                  | 0,270                     | 1,043                           |
| 6             | 87,2                | 305       | 19,7      | 5,96  | 0,826 | 0,237               | 0,310             | 83,3                  | 0,226                     | 1,047                           |
| 7             | 86,4                | 284       | 30,7      | 5,20  | 0,722 | 0,220               | 0,282             | 139,6                 | 0,355                     | 0,619                           |
| 8             | 86,4                | 210       | 41,8      | 5,08  | 0,613 | 0,265               | 0,361             | 157,6                 | 0,484                     | 0,548                           |
| Wart. średnia | 85,1                | 263       | 24,3      | 5,93  | 0,746 | 0,256               | 0,35              | 95,7                  | 0,284                     | 0,968                           |
| " minimum     | 73,3                | 210       | 17,5      | 5,08  | 0,550 | 0,219               | 0,28              | 65,4                  | 0,204                     | 0,548                           |
| " maksimum    | 89,7                | 305       | 41,8      | 6,46  | 0,835 | 0,281               | 0,40              | 157,6                 | 0,484                     | 1,309                           |

Tablica 3

Macierz współczynników korelacji parametrów flotacji laboratoryjnych przy użyciu 10% Alifalu

| Parametry                   | $A_K$  | $E_K$  | $\beta_N$ | $\beta_K$ | $\beta_O$ | $U_O$  | $U_K$  | $\frac{U_K}{100 U_K}$ | $\frac{\beta_O}{U_K}$ | $\frac{\beta_O}{\beta_N}$ | $\frac{U_K}{\beta_O}$ | $\frac{U_{K\beta_N}}{U_{O\beta_O}}$ |
|-----------------------------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| $A_K$                       | 1,000  | 0,584  | -0,174    | -0,526    | -0,576    | -0,600 | 0,600  | 0,602                 | -0,579                | -0,584                    | 0,615                 | 0,612                               |
| $E_K$                       | 0,584  | 1,000  | -0,306    | -0,801    | -0,993    | -0,974 | 0,974  | 0,969                 | -0,997                | -0,999                    | 0,990                 | 0,985                               |
| $\beta_N$                   | -0,174 | -0,306 | 1,000     | 0,693     | 0,416     | 0,198  | -0,198 | -0,194                | 0,373                 | 0,310                     | -0,263                | -0,238                              |
| $\beta_K$                   | -0,526 | -0,801 | 0,693     | 1,000     | 0,843     | 0,805  | -0,805 | -0,808                | 0,834                 | 0,796                     | -0,809                | -0,803                              |
| $\beta_O$                   | -0,576 | -0,993 | 0,416     | 0,843     | 1,000     | 0,950  | -0,950 | -0,945                | 0,998                 | 0,994                     | -0,976                | -0,968                              |
| $U_O$                       | -0,600 | -0,974 | 0,198     | 0,805     | 0,950     | 1,000  | -1,000 | -1,000                | 0,964                 | 0,970                     | -0,988                | -0,992                              |
| $U_K$                       | 0,600  | 0,974  | -0,198    | -0,805    | -0,950    | -1,000 | 1,000  | 1,000                 | -0,964                | -0,970                    | 0,988                 | 0,992                               |
| $U_K/100 U_O$               | 0,602  | 0,969  | -0,194    | -0,808    | -0,945    | -0,100 | 0,100  | 1,000                 | -0,959                | -0,965                    | 0,986                 | 0,990                               |
| $\beta_O/U_K$               | -0,579 | -0,997 | 0,373     | 0,834     | 0,998     | 0,964  | -0,964 | -0,959                | 1,000                 | 0,997                     | -0,982                | -0,975                              |
| $\beta_O/\beta_N$           | -0,584 | -1,000 | 0,310     | 0,796     | 0,994     | 0,970  | -0,970 | -0,965                | 0,997                 | 1,000                     | -0,988                | -0,983                              |
| $U_K/\beta_O$               | 0,615  | 0,990  | -0,263    | -0,809    | -0,976    | -0,988 | 0,988  | 0,986                 | -0,982                | -0,988                    | 1,000                 | 0,999                               |
| $U_{K\beta_N}/\beta_O$      | 0,614  | 0,986  | -0,342    | -0,856    | -0,982    | -0,982 | 0,982  | 0,980                 | -0,984                | -0,985                    | 0,996                 | 0,994                               |
| $U_{K\beta_K}/U_{O\beta_O}$ | 0,612  | 0,985  | -0,238    | -0,803    | -0,968    | -0,992 | 0,992  | 0,990                 | -0,975                | -0,983                    | 0,999                 | 1,000                               |

Tablica 4

Macierz współczynników korelacji parametrów flotacji laboratoryjnych  
przy użyciu 20% Sympinolu

| Parametry                 | $A_K$  | $E_K$  | $\beta_N$ | $\beta_K$ | $\beta_O$ | $U_O$  | $U_K$  | $\frac{U_K}{100 U_O}$ | $\frac{\beta_O}{U_K}$ | $\frac{\beta_O}{\beta_N}$ | $\frac{U_K}{\beta_O}$ | $\frac{U_K \beta_N}{\beta_O}$ | $\frac{U_K \beta_K}{U_O \beta_O}$ |
|---------------------------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| $A_K$                     | 1,000  | 0,265  | -0,209    | 0,200     | -0,909    | -0,535 | 0,535  | 0,703                 | -0,969                | -0,888                    | 0,932                 | 0,968                         | 0,960                             |
| $E_K$                     | 0,265  | 1,000  | -0,074    | 0,293     | -0,394    | 0,108  | -0,108 | 0,015                 | -0,343                | -0,384                    | 0,235                 | 0,176                         | 0,164                             |
| $\beta_N$                 | -0,209 | -0,074 | 1,000     | 0,655     | 0,170     | 0,484  | -0,484 | -0,529                | 0,243                 | 0,008                     | -0,008                | -0,306                        | -0,057                            |
| $\beta_K$                 | 0,200  | 0,293  | 0,655     | 1,000     | -0,464    | 0,559  | -0,659 | -0,519                | -0,279                | -0,578                    | 0,489                 | 0,159                         | 0,340                             |
| $\beta_O$                 | -0,909 | -0,394 | 0,170     | -0,464    | 1,000     | 0,206  | -0,206 | -0,427                | 0,968                 | 0,987                     | -0,961                | -0,921                        | -0,921                            |
| $U_O$                     | -0,535 | 0,108  | 0,484     | 0,559     | 0,206     | 1,000  | -1,000 | -0,965                | 0,437                 | 0,128                     | -0,272                | -0,540                        | -0,439                            |
| $U_K$                     | 0,535  | -0,108 | -0,484    | -0,659    | -0,206    | -1,000 | 1,000  | 0,965                 | -0,437                | -0,128                    | 0,272                 | 0,540                         | 0,439                             |
| $U_K/100 U_O$             | 0,703  | 0,015  | -0,529    | -0,519    | -0,427    | -0,965 | 0,965  | 1,000                 | -0,624                | -0,345                    | 0,464                 | 0,706                         | 0,601                             |
| $\beta_O/U_K$             | -0,969 | -0,343 | 0,243     | -0,279    | 0,968     | 0,437  | -0,437 | -0,624                | 1,000                 | 0,942                     | -0,954                | -0,978                        | -0,962                            |
| $\beta_O/\beta_N$         | -0,888 | -0,384 | 0,008     | -0,578    | 0,987     | 0,128  | -0,128 | -0,345                | 0,942                 | 1,000                     | -0,976                | -0,884                        | -0,925                            |
| $U_K/\beta_O$             | -0,932 | 0,235  | 0,008     | 0,489     | -0,961    | -0,272 | 0,272  | 0,464                 | -0,954                | -0,976                    | 1,000                 | 0,934                         | 0,981                             |
| $U_K \beta_N/\beta_O$     | 0,968  | 0,176  | -0,306    | 0,159     | -0,921    | -0,540 | 0,540  | 0,706                 | -0,978                | -0,884                    | 0,934                 | 1,000                         | 0,968                             |
| $U_K \beta_K/U_O \beta_O$ | 0,960  | 0,164  | -0,057    | 0,340     | -0,921    | -0,439 | 0,439  | 0,601                 | -0,962                | -0,925                    | 0,981                 | 0,968                         | 1,000                             |



Tablica 5

Wartości testu Studenta  
 wyliczone dla parametrów flotacji laboratoryjnych  
 w oparciu o równanie regresji liniowej  
 z trzema zmiennymi  
 wybranymi z następujących parametrów

| Zmienne<br>niezależne       | Zmienne zależne |       |                       |       |                               |       |
|-----------------------------|-----------------|-------|-----------------------|-------|-------------------------------|-------|
|                             | $\beta_0$       |       | $\frac{\beta_0}{U_K}$ |       | $\frac{U_K \beta_N}{\beta_0}$ |       |
|                             | I               | II    | I                     | II    | I                             | II    |
| $U_K$                       | 74,52           | 3,80  | 0,53                  | 0,00  | 0,01                          | 0,00  |
| $\beta_N$                   | 43,48           | 5,20  | 0,66                  | 26,58 | 1,97                          | 0,03  |
| $\beta_K$                   | 31,95           | 1,25  | 7,84                  | 48,68 | 1,75                          | 3,14  |
| $U_K/U_0$                   | 4,10            | 3,93  | 0,53                  | 3,68  | 3,60                          | 0,70  |
| $\beta_0/\beta_N$           | 3,53            | 8,98  | 2,03                  | 0,36  | 0,53                          | 0,35  |
| $\beta_0/U_K$               | 2,84            | 2,69  | -                     | -     | 5,90                          | 0,34  |
| $E_K$                       | 2,18            | 37,70 | 24,44                 | 0,27  | 1,26                          | 1,05  |
| $U_K \beta_N / \beta_0$     | 1,58            | 3,15  | 5,75                  | 0,48  | -                             | -     |
| $U_K / \beta_0$             | 1,47            | 3,19  | 0,54                  | 0,52  | 45,06                         | 13,75 |
| $A_K$                       | 0,69            | 0,60  | 0,06                  | 0,20  | 0,45                          | 0,14  |
| $U_0$                       | 0,01            | 3,80  | 0,53                  | 42,09 | 8,55                          | 4,33  |
| $\beta_0$                   | -               | -     | 1,12                  | 0,25  | 1,58                          | 3,68  |
| $U_K \beta_K / U_0 \beta_0$ | 1,40            | 4,03  | 0,58                  | 0,35  | 29,11                         | 8,19  |

I - flotacje z 10% Alifalem

II - flotacje z 20% Synpinolem

Tablica 6

Wartości testu studenta  
 wyliczone dla parametrów flotacji laboratoryjnych  
 w oparciu o równanie regresji liniowej  
 z trzema zmiennymi wybranymi z następujących parametrów  
 $U_K, U_0, \beta_0, U_F, \beta_0/\beta_N, U_K/\beta_0, U_K\beta_N/\beta_0, U_K\beta_K/U_0\beta_0$

| Zmienne<br>niezależne   | Zmienne zależne |       |                       |      |                              |       |
|-------------------------|-----------------|-------|-----------------------|------|------------------------------|-------|
|                         | $\beta_0$       |       | $\frac{\beta_0}{U_K}$ |      | $\frac{U_K\beta_N}{\beta_0}$ |       |
|                         | I               | II    | I                     | II   | I                            | II    |
| $U_K$                   | 6,28            | 1,32  | 11,60                 | 0,45 | 20,22                        | 0,99  |
| $\beta_N$               | 0,22            | 1,75  | 9,35                  | 1,85 | 0,05                         | 1,26  |
| $\beta_K$               | 0,30            | 0,99  | 8,51                  | 1,55 | 0,19                         | 1,00  |
| $U_K/U_0$               | 36,12           | 1,38  | 12,65                 | 5,30 | 23,66                        | 1,27  |
| $\beta_0/\beta_N$       | 0,23            | 159,8 | 17,09                 | 6,21 | 5,42                         | 0,05  |
| $\beta_0/U_K$           | 103,6           | 1,02  | -                     | -    | 0,72                         | 0,65  |
| $E_K$                   | 0,22            | 0,95  | 2,21                  | 1,11 | 2,83                         | 0,05  |
| $U_K\beta_N/\beta_0$    | 0,32            | 53,43 | 15,66                 | 1,45 | -                            | -     |
| $U_K/\beta_0$           | 23,88           | 68,95 | 6,85                  | 1,85 | 0,18                         | 0,84  |
| $A_K$                   | 1,98            | 0,33  | 0,12                  | 0,30 | 2,93                         | 0,20  |
| $U_0$                   | 5,95            | 1,32  | 11,60                 | 0,45 | 0,05                         | 0,00  |
| $\beta_0$               | -               | -     | 5,83                  | 1,84 | 0,50                         | 0,38  |
| $U_K\beta_K/U_0\beta_0$ | 0,25            | 1,01  | 7,33                  | 1,35 | 128,5                        | 61,76 |

I - flotacje z 10% Alifalem

II - flotacje z 20% Synpinolem.

Kierując się maksymalnymi wartościami współczynników korelacji wytypowano jako zmienne zależne następujące parametry:

$$\beta_0; \frac{\beta_0}{U_K}; \frac{U_K \cdot \beta_N}{\beta_0}$$

i dla nich uzyskano optymalne równania liniowe dla kolejno zwiększającej się liczby zmiennych zależnych. Ponieważ ilość pomiarów w serii (8 flotacji) ograniczyła ilość parametrów analizowanych równocześnie do 6 dlatego wszystkie parametry podzielono na dwie grupy przy czym podział ten był zupełnie przypadkowy. W tablicach 5 i 6 przedstawiono wyniki obliczeń testu Studenta dla współczynników regresji poszczególnych zmiennych dla warunków równania z trzema zmiennymi niezależnymi przy czym zestawienie obejmuje wszystkie rozpatrywane parametry.

#### Omówienie wyników badań

Niskie wartości współczynników korelacji zagęszczenia nadawy wynikają z faktu niewielkich zmian zagęszczenia od 73,3-89,7 g/l. Podobnie niskie wartości korelacji wyliczono dla uzysków koncentratu w serii flotacji przy użyciu 20% Synpinolu, co świadczy o większej stabilności parametrów wydajnościowych flotacji prowadzonych przy pomocy tego odczynnika w porównaniu z parametrami flotacji przy użyciu 10% Alifalu. Pozostałe parametry charakteryzują się podobnymi współczynnikami korelacji rzędu 0,9 dla flotacji z 10% Alifalem oraz 0,7 dla flotacji prowadzonych z 20% Synpinolem. Potwierdza to również tezę o większej stabilności działania Synpinolu w porównaniu z Alifalem.

Analizując dane zawarte w tablicy 5 i 6 można napisać następujące równania optymalne charakterystyczne dla wyników flotacji z oboma odczynnikami.

$$\frac{U_K}{U_0} (\beta_N + C_1) = K_1 = \text{const.}$$

$$\frac{\beta_0}{\beta_N} \frac{\beta_N + C_2 U_K}{U_K} = K_2 = \text{const.}$$

$$\frac{U_K}{U_0} \frac{\beta_N U_0 + C_3 \beta_K}{\beta_0} = K_3 = \text{const.}$$

gdzie  $C_1$ ,  $C_2$  i  $C_3$ ,  $K_1$ ,  $K_2$  i  $K_3$  - współczynniki regresji.

Dla przeprowadzonych flotacji współczynniki regresji powyższych równań przyjmują następujące wartości:

| Odczynnik     | $C_1$  | $K_1$   | $C_2$  | $K_2$  | $C_3$   | $K_3$   |
|---------------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|
| 10% Ali-fal   | -64,00 | 0,2724  | -589,6 | -54,71 | -0,2179 | -0,0131 |
| 20% Syn-pinol | -97,93 | -0,2479 | -343,9 | -2,285 | -0,1095 | 0,5124  |

Współczynniki te dostatecznie różnią się ze zmianą odczynnika.

Omówione wyżej wyniki badań stanowią dostateczny dowód prawdziwości tezy o różnych zagęszczeniach produktów flotacji prowadzonych przy użyciu różnych odczynników.

W oparciu o przedstawione dane pomiarowe poczyniono również próbę potwierdzenia słuszności wywodów przedstawionych graficznie na rys. 1. W tym celu w oparciu o dane

wszystkich 16 flotacji wyliczono parametry równania hiperboli charakteryzującej badany muł w warunkach statystycznie średniej wartości uzysku koncentratu:

$$U_0(1,3506 \beta_N - 0,0613 \beta_0) = \beta_N$$

oraz

$$U_0(\beta_0 - 1884) = -1395$$

dla  $\beta_N = 85,531 \text{ kg/m}^3$  (wartość średnia 16 prób).

Równanie powyższe potwierdza słuszność rozważań teoretycznych przeprowadzonych w wstępie niniejszego referatu. Za potwierdzeniem słuszności postawionej hipotezy przemawia porównanie wartości zagęszczeń uzyskanych w przeprowadzonej serii badań:

przy podobnych wartościach

|           | seria I | seria II |
|-----------|---------|----------|
| $\beta_N$ | 85,925  | 85,137   |
| $E_K$     | 0,823   | 0,851    |

uzyskano różne wartości

|           | seria I | seria II |
|-----------|---------|----------|
| $\beta_K$ | 289,75  | 263,25   |
| $\beta_K$ | 20,09   | 24,26    |
| $U_0$     | 0,756   | 0,744    |

### Wnioski

1. Potwierdzono doświadczalnie słuszność hipotezy odnośnie wpływu rodzaju odczynnika flotacyjnego na zagęszczenia produktów flotacji mułu węglowego.

2. Wyliczone równania regresji, z uwagi na niedostateczną ilość danych pomiarowych, traktują jedynie w sposób przybliżony o zależnościach występujących pomiędzy zagęszczeniami produktów flotacji mułu węglowego przy użyciu różnych odczynników.

#### LITERATURA

1. N.I. Suprun i I.M. Suprun: Koks i chemia, Nr 10 1969, s. 10.
2. Badania ONB przy KWK Moszczenica - sprawozdanie nr 13.
3. M.G. Eljaszewicz: Koks i chemia, Nr 4, 1971, s. 7.