

RYSZARDA SÓWKA, JÓZEF SÓWKA

**UWAGI O ROZKŁADZIE ZAWARTOŚCI WILGOCI  
W MATERIALE ODWODNIONYM NA FILTRZE TARCZOWYM**

Streszczenie. W artykule przedstawiono interpretację dyferencjacji zawartości wilgoci w placku, otrzymanym w różnych częściach strefy odwadniania filtra tarczowego. Podano i objaśniono przyczyny tych różnic od strony technologii procesu odwadniania.

Za podstawę do badań służyły prócz oznaczeń zawartości wilgoci, analizy składów ziarnowych, zawartości popiołu i pomiary podciśnień na siatkach segmentów, wzdłuż promienia i na obwodach w różnych odległościach od osi obrotu.

Wstęp

Większość operacji w przeróbce mechanicznej węgla odbywa się przy pomocy wody, która wskutek ciągłego kontaktu z surowcem zostaje zanieczyszczona znaczną ilością drobnych ziarn. Poważną trudność stanowi oddzielenie fazy stałej od ciekłej - odbywające się w praktyce w osadnikach - z jednoczesnym zwiększeniem stężenia części stałych. Istota ostatecznego oddzielenia mułu od wody, polega na skierowaniu odpowiednio zgęszczonej zawiesiny na urządzenia filtracyjne, które ze względu na konstrukcje rozpowszechnione w praktyce przeróbki węgla dzielą się na bębnowe i tarczowe.

Ze względu na daleko idące rozbieżności pomiędzy filtracją w warunkach laboratoryjnych a przemysłowych, celowym jest wykazanie i wyjaśnienie niektórych spośród ważniejszych przyczyn tych różnic, jednak wyłącznie od strony technologicznej procesu, bez wnikania w stronę projektowo-obliczeniową zagadnienia.

### Czynniki kształtujące filtrację

Powszechnie wiadomo, że na przebieg filtracji składa się szereg złożonych, a często wzajemnie uwarunkowanych czynników, zależnych zarówno od własności fazy stałej oraz ciekłej jak i od warunków filtracji.

Za ważniejsze uważać należy:

- |  |   |                        |
|--|---|------------------------|
| - różnicę ciśnień                                    | } | warunki filtracji      |
| - wielkość powierzchni filtrującej                   |   |                        |
| - opór właściwy warstwy filtrującej                  |   |                        |
| - grubość plaoka filtracyjnego                       |   |                        |
| - czas filtracji                                     |   |                        |
| - zagęszczenie początkowe nadawy                     |   |                        |
| - sposób podawania nadawy                            |   |                        |
| - intensywność i sposób mieszania nadawy             | } | parametry fazy stałej  |
| - skład ziarnowy fazy stałej                         |   |                        |
| - kształt ziarn                                      |   |                        |
| - porowatość ziarn                                   |   |                        |
| - zwilżalność ziarn                                  |   |                        |
| - ściślność osadu                                    | } | parametry fazy ciekłej |
| - lepkość fazy ciekłej                               |   |                        |
| - napięcie powierzchniowe fazy ciekłej               |   |                        |
| - zjawiska charakterystyczne dla układów kapilarnych |   |                        |

Zestawienie wymienionych czynników, które na pewno nie można traktować jako kompletne, przekonująco ilustruje wzajemne uwarunkowanie i uzależnienie jednych wielkości od drugich. W szeregu przypadków zależności te tworzą dość skomplikowane funkcje.

Z rozważań podstawowych o przebiegu filtracji znane jest np. powiązanie porowatości  $\bar{c}$ , ciśnienia zgniatającego osad  $p$ , ściślności osadu  $S$  oraz stałego współczynnika  $k$ , charakteryzującego własności danego osadu; funkcja ta wyraża się następująco (1):

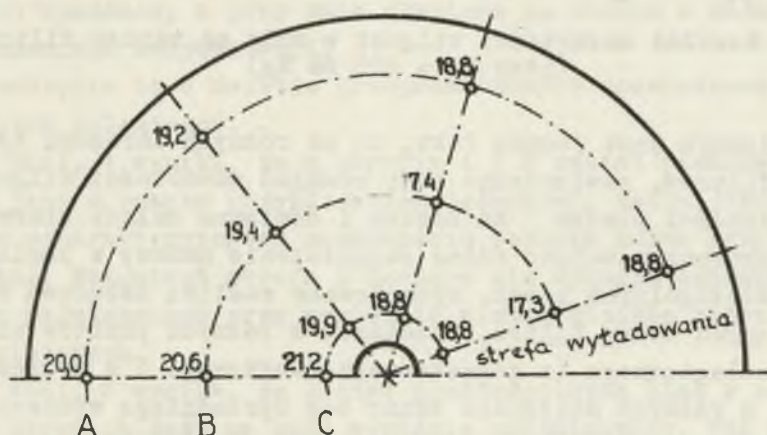
$$\frac{(1-\bar{c})^2}{2} = k \cdot p^S$$

Mimo, że wzór ten ustalony został empirycznie, dla mułów przemysłowych występuje różnica pomiędzy wynikami obliczeń, a rezultatami pomiarów - jeżeli te ostatnie zostaną przeprowadzone w różnych odstępach czasu. Przyczyną różnicowania będzie zmiana własności zawiesiny, spowodowana kontaktem fazy stałej z ciekłą przez pewien okres czasu (2). Podobne rozważania można przeprowadzić na temat równania określającego szybkość filtracji, nad współczynnikiem oporu właściwego i szeregiem innych funkcji.

Takie współzależności i zmienność parametrów fazy stałej i ciekłej w czasie, są przyczyną istotnych zmian i niepowtarzalności wyników pomiarów szybkości filtracji oraz końcowej zawartości wody w odwodnionym mule - nawet w doświadczeniach laboratoryjnych. Przyczyny te nie zostaną omówione ze względu na to, że zbyt daleko wybiegają poza cel niniejszego opracowania.

#### Rozkład zawartości wilgoci w mule na tarczy filtru

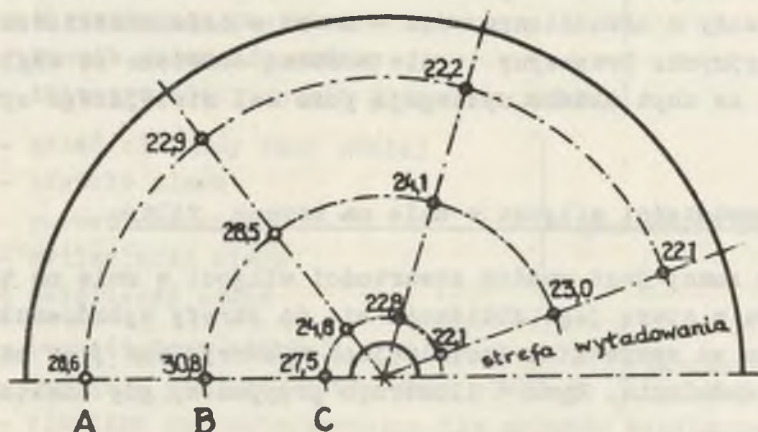
Potoocznie znany jest spadek zawartości wilgoci w mule na tarczy filtru w miarę jego zbliżania się do strefy wyładowania. Jednak nie we wszystkich instalacjach wykorzystana jest cała strefa odwadniania. Rys. 1 ilustruje przypadek, gdy odwadnia-



Rys 1. Rozkład zawartości wilgoci w mule na tarcz. filtru  
(przy  $p = 400$  mm Hg)



nie kończy się już po obrocie tarczy o około  $100^{\circ}$ . Ze względu na to, że własności mułu nie pozwalają na zwiększenie grubości placka filtracyjnego, celowym byłoby zwiększenie prędkości obrotowej tarczy - co spowodowałoby zwiększenie wydajności filtru. Jest to tym bardziej słuszne, że w badanym przypadku istotnie wydajność filtru jest za mała w stosunku do potrzeb, a przeprowadzenie zmian w układzie technologicznym gospodarki wodnej jest w omawianym tu przypadku - bez poważnych inwestycji - niemożliwe. Z rys. 2 wynika, że proces odwadniania trwa prawie do początku strefy wyładowania. W tym przypadku można uważać wykorzystanie czasu odwadniania za właściwe.



Rys. 2. Rozkład zawartości wilgoci w mułu na tarczy filtru (przy  $\Delta p = 400 \text{ mm Hg}$ )

Znamiennym jest jednak fakt, że na różnych tarczach tych samych filtrów, stwierdzono inny rozkład zawartości wilgoci, różne grubości placka na siatce i odmienne składy ziarnowe. Jako przyczyny ustalono różne zagęszczenie nadawy w sąsiedztwie poszczególnych tarcz, spowodowane wadliwą zabudową rur zasilających wannę filtru, nadawanie z różnych punktów układu technologicznego (z zagęszczacza stożkowego i z hydrocyklonów) w różnych miejscach wanny bez uprzedniego wymieszania, podawanie odczynnika flokulacyjnego dopiero do rury

rozprowadzającej nadawę obok poszczególnych tarcz - co powoduje pojawienie się odmiennych składów ziarnowych pomiędzy tarczami, wskutek zbyt mało intensywnego mieszania.

Na szczególną uwagę zasługuje gwałtowny spadek zawartości wilgoci w pierwszych kilkunastu sekundach odwadniania. Jeżeli zawartość części stałych w nadawie wypełniającej wannę wynosi około 60 do 70% wody, to w odległości kilku centymetrów od menisku zawiesiny, odpowiadającej obrotowi tarczy o zaledwie kilka stopni, zawartość ta spada do 30 a nawet 20% wody. Stanowi to około 30 do 50% początkowej zawartości wody w wannie, a tylko 6 do 27% końcowej zawartości wilgoci w mule odwodnionym (w badanych przypadkach).

Oddzielne miejsce w rozważaniach nad zmianą zawartości wilgoci w mule na tarczy filtru, zajmuje pozornie nieprawidłowy rozkład wody wzdłuż promienia tarczy. Z rys. 1 wynika, że zawartość wody w strefie B jest niższa niż w strefach A i C, natomiast rys. 2 przedstawia wyższą zawartość wilgoci w strefie B w porównaniu ze strefami A i C.

W celu pełniejszego zobrazowania przyczyn kształtujących mechanizm odwadniania na tarczy, wykonano dla mułu zdjętego ze stref A, B i C analizy składu ziarnowego, które zestawiono w tabl. 1 i 2. Powszechnie panuje mniemanie, że bliżej obwodu tarczy gromadzą się na siatce ziarna o największych prędkościach opadania, a przy wale skupione są ziarna o najmniejszych szybkościach sedymentacji.

Stwierdzenie to w świetle przeprowadzonych doświadczeń jest o najmniej polemiczne.

Z tabl. 1 wynika, że w strefie A i C udział poszczególnych klas jest z pewnym przybliżeniem jednakowy; także jakość tych ziarn scharakteryzowaną zawartością popiołu można przyjąć jako podobną. Natomiast strefa B cechuje się wyraźną koncentracją ziarn największych przy względnie niskim udziale ziarn najdrobniejszych.

Z tabl. 2 wynika, że udział poszczególnych klas w odpowiednich strefach jest na ogół wyraźnie zróżnicowany. Tak w strefie A występuje zdecydowana koncentracja klasy 0,3 do 0,1 mm,

Tablica 1

## Skład ziarnowy w strefach A, B, C

Klasa \ Strefa	A		B		C	
	$\gamma$ (%)	$\lambda$ (%)	$\gamma$ (%)	$\lambda$ (%)	$\gamma$ (%)	$\lambda$ (%)
>0,3	55,9	5,7	66,4	6,6	55,1	4,5
0,3-0,1	18,0	17,6	15,4	20,1	22,1	13,9
0,1-0,06	8,6	26,3	6,1	28,9	8,8	24,3
<0,06	17,5	32,0	12,1	31,0	14,0	30,3

Uwaga: Przesiewanie wykonano na mokro

$\gamma$  - wychód

- zawartość popiołu

Tablica 2

## Skład ziarnowy w strefach A, B, C

Klasa \ Strefa	A	B	C
	$\gamma$ (%)	$\gamma$ (%)	$\gamma$ (%)
>0,3	41,8	55,5	47,0
0,3-0,1	32,3	16,1	19,3
0,1-0,06	10,3	10,1	10,4
<0,06	15,7	18,3	23,3

Uwaga: Przesiewanie wykonano na mokro

w strefie B przewaga klasy powyżej 0,3 mm, a w strefie C względnie większe nagromadzenie najdrobniejszych ziarn. Ogólny wzrost zawartości klasy poniżej 0,06 mm należy uznać za prawidłowy.

Podanie definitywnego wyjaśnienia przyczyn tak nieregularnego nagromadzenia ziarn o odpowiedniej wielkości w określonych strefach nie jest możliwe w żadnym z badanych przypadków tym bardziej, że wyniki te nie pokrywają się z wynikami otrzymanymi z pobrania próbek po przeciwnej stronie tarczy w tym samym czasie. Wydaje się prawdopodobnym, że na przysa-



nie ziarn o określonej wielkości i w pewnej ilości ma wpływ zarówno wartość próżni, jak i zagęszczenie zawiesiny oraz czystość siatki. Przemawia za tym charakterystyczna struktura otrzymanego osadu.

Nadto godną podkreślenia jest znaczna zmienność składu ziarnowego na tej samej stronie tarczy w różnych odstępach czasu. Uzyskiwanie powtarzalnych wyników na filtrach przemysłowych jest mało prawdopodobne (dla tak bardzo nierównomiernego podawania nadawy).

Tablica 3

Rozkład ciśnień na powierzchni siatki filtru w ruchu

Strefa \ Kąt	Wartość ciśnienia (atn)				
	0°	45°	90°	135°	150°
A	0,41	0,40	0,40	0,40	0,40
B	0,46	0,46	0,47	0,47	0,46
C	0,62	0,63	0,62	0,62	0,62

Jednym z najważniejszych czynników decydujących o skuteczności odwodnienia jest wartość podciśnienia. Przeprowadzono szereg pomiarów tego trudnego do zmierzenia parametru. Tablica 3 ilustruje wyniki, na podstawie których można wyciągnąć następujące wnioski:

- ciśnienie ma wartość stałą w identycznej odległości od osi obrotu tarczy,
- wzdłuż promienia tarczy w kierunku obwodu obserwuje się łagodny krzywoliniowy spadek ciśnienia.

Należy podkreślić, że w przypadku dokonania pomiarów ciśnień na niedostatecznie oczyszczonej siatce otrzymane wyniki będą błędne.

Drogą obserwacji grubości i struktury plaacka filtracyjnego w różnych warunkach pracy filtru stwierdzono, że osady gruboziarniste skupione przeważnie w strefie A charakteryzują się

obok niskiej zawartości wody - małą grubością. W tym samym czasie może wystąpić większa grubość placka w pobliżu wału, przy jednocześnie wyższej zawartości końcowej wilgoci.

Cytowane stwierdzenia można uważać za regułę w przypadku równomiernego podawania nadawy i normalnego jej mieszania. Zwiększenie intensywności mieszania zawsze pociąga za sobą większe ujednoczenie składu ziarnowego na całej głębokości wanny - co z kolei rzutuje na bardziej równomierny rozkład wilgoci w placku wzdłuż promienia, przy prawie stałej jego grubości.

### Wnioski

1. Jeżeli zawartość wilgoci nie zmienia się na ostatnich kilkudziesięciu stopniach obrotu tarczy, można zwiększyć prędkość obrotową, celem podwyższenia wydajności - o ile powiększenie grubości placka jest niemożliwe.

2. Przedstawione przykłady zmiany zawartości wody i składu ziarnowego w przypadkach wykazujących odchylenia od normalnych warunków ruchowych potwierdzają, że skomplikowane współzależności pomiędzy poszczególnymi czynnikami kształtującymi filtrację, wykluczają jednoznaczna identyfikację przyczyn wywołujących te anomalie.

3. Duże znaczenie zarówno dla przebiegu filtracji na tarczach jak i dla ostatecznego odwodnienia mułu, ma równomierne doprowadzenie nadawy do całej wanny filtru i odpowiednio intensywne jej mieszanie.

4. Wykładnikiem równomierności nadawania i właściwego mieszania jest odpowiedni rozkład wilgoci na poszczególnych tarczach, przy określonym zachowaniu grubości placków.



LITERATURA

- [1] CIBOROWSKI J.: Podstawy inżynierii chemicznej WNT 1965.  
[2] SÓWKA J.: Zeszyty Naukowe Pol., Śl. 1965, z.11 str. 191-194.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАСПАДА СОДЕРЖАНИЯ ВЛАГИ  
В ПИРОГЕ НАДИСКОВОМ ФИЛЬТРЕ

Резюме

В статье представлено толкование дифференциации содержания влаги в пироге, получаемом в разных частях полосы обезвоживания дискового фильтра.

Даны и объяснены причины этих различий, учитывая технологию процесса обезвоживания.

Основой исследований кроме определений содержания влаги являлись анализы гранулированных составов, содержания золы а также измерения разрежения на сетках сегментов, вдоль радиуса и на периметрах в разных расстояниях от оси вращения.

SOME ASPECTS OF MOISTURE CONTENTS DISTRIBUTION IN THE  
CAKE ON THE DISC FILTER

Summary

In the paper an interpretation of moisture contents differentiation in the cake, that was formed in the different parts of the disc filter's dehydration zone, has been presented.

Causes of these differences were given and explained from the point of view of dehydration technology.

As a basis for these investigations served, besides moisture contents designation, analysis of grain constituents, ash contents, also subpressure measurements on the segments of networks along the radius and on the perimetres within different distances from the rotation axis.