

*Marek Lenartowicz\*, Daniel Kowol\*, Michał Łagódka\*, Piotr Matusiak\**

## BADANIA LABORATORYJNE WPŁYWU PARAMETRÓW POKŁADU SITOWEGO NA CHARAKTERYSTYKĘ RUCHU PULSACYJNEGO WODY W OSADZARCE PULSACYJNEJ

---

### 1. Wprowadzenie

Jednym z wielu czynników mających wpływ na jakość parametrów wzbogacanego w osadzarce materiału jest rodzaj roboczego pokładu sitowego, na którym odbywa się pulsacyjny ruch warstwy ww. materiału [1, 2].

Parametry konstrukcyjne pokładu sitowego osadzarki powinny korelować z parametrami granulometrycznymi i densymetrycznymi wzbogacanego materiału, ponieważ kształt otworów, ich ukierunkowanie oraz stosunek powierzchni otworów do powierzchni całego sita (współczynnik prześwitu) mają istotne znaczenie dla [1, 2]:

- transportu materiału w korycie roboczym,
- stopnia rozluźnienia wzbogacanego materiału,
- ilości, wielkości i rodzaju (gęstość) ziaren przepadających przez pokład sitowy,
- prędkości i natężenia przepływu pulsacyjnego strumienia wody.

Właściwy dobór parametrów sita, może korzystnie wpłynąć na równomierność ruchu pulsacyjnego wody i skuteczność rozdziału nadawy w szerokiej klasie ziarnowej [3]. Przedstawione w niniejszym artykule wyniki badań są jednym z elementów zaplanowanego programu badawczego, którego celem jest opracowanie sposobu doboru współczynnika prześwitu i wielkości otworów pokładów sitowych w osadzarkach pulsacyjnych dla wykorzystania tych parametrów w kształtowaniu krzywej pulsacji wody odpowiedniej do składu granulometrycznego wzbogacanego materiału i gęstości rozdziału.

Pozytywne wyniki badań współzależności pomiędzy współczynnikiem prześwitu, wielkością otworów w pokładzie sitowym, ciśnieniem powietrza oraz prędkością i natężeniem

---

\* Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Gliwice

przepływu strumienia pulsacyjnego wody pozwolą na ich przemysłowe zastosowanie do różnicowania parametrów technologicznych w pojedynczym urządzeniu realizującym wielostopniowy proces grawitacyjnego rozdziału.

## 2. Badania laboratoryjne

### 2.1. Metodyka badań

Badania wpływu parametrów pokładu sitowego na charakterystykę ruchu pulsacyjnego wody przeprowadzono na stanowisku badawczym osadzarki laboratoryjnej [3].

Ruch pulsacyjny wody w osadzarce wywoływany przez sekwencyjne doprowadzanie i odprowadzanie powietrza roboczego do ww. komory odbywał się przy stałych nastawach pracy elektronicznie sterowanych pneumatycznych zaworów talerzowych.

Parametry ruchu pulsacyjnego wynosiły:

- częstotliwość cyklu pulsacji  $60 \text{ min}^{-1}$ ,
- nastawa otwarcia zaworu wlotowego  $0 \div 20\%$  (poj. cykl pulsacji),
- nastawa otwarcia zaworu wylotowego  $60 \div 80\%$  (poj. cykl pulsacji),
- średnie ciśnienie powietrza roboczego  $11 \div 14,0 \text{ kPa}$ .

W badaniach wykorzystano 8 rodzajów sit, których parametry zamieszczono w tabeli 1.

TABELA 1  
Zestawienie parametrów sit laboratoryjnych

| Typ sita           | Numer sita | Wielkość otworu/szczeliny, mm | Współczynnik przeswitu sita, % |
|--------------------|------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Blacha perforowana | 1          | 2,2                           | 6,9                            |
|                    | 2          | 4                             | 22,8                           |
|                    | 3          | 4                             | 40,4                           |
|                    | 4          | 10                            | 22,8                           |
|                    | 5          | 10                            | 40,4                           |
| Sito szczelinowe   | 6          | 2                             | 37,0                           |
|                    | 7          | 4                             | 54,0                           |
|                    | 8          | 8                             | 70,2                           |

Pomiary zmian położenia lustra wody w komorze roboczej zrealizowano za pomocą czujnika pływakowego o płaskim kształcie. Dla każdego sita wykonano 2 serie doświad-

czeń, podczas których komora robocza była wypełniona jedynie wodą lub mieszaniną wody i materiału.

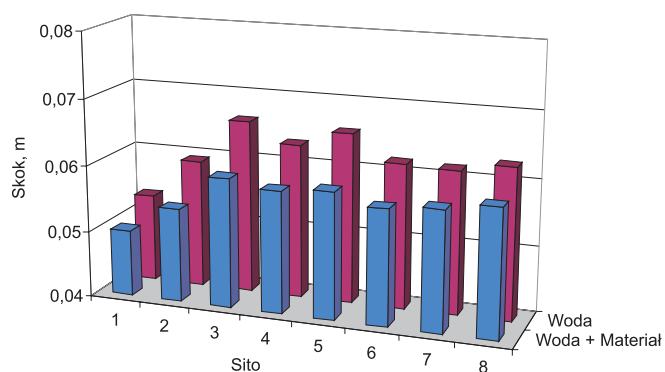
Materiał wykorzystywany w wybranych doświadczeniach stanowiło kruszywo (żwir) o uziarnieniu 30÷12 mm. Minimalna wielkość ziarna została dobrana w celu zachowania stałych warunków podczas rejestracji (zabezpieczenie przed przepadem ziaren przez sito). Próby zrealizowano przy stałym początkowym poziomie wody w komorze roboczej.

## 2.2. Wyniki badań

Badania skoku pulsacji wody w komorze roboczej, których wyniki przedstawiono w tabeli 2 i na rysunku 1 wykazały, że charakterystyka pokładu sitowego w znacznym stopniu wpływa na wartość tego parametru.

TABELA 2  
Zestawienie wartości skoku lustra wody

| Sito | Skok wody, m |                 |
|------|--------------|-----------------|
|      | Woda         | Woda i materiał |
| 1    | 0,053        | 0,050           |
| 2    | 0,059        | 0,054           |
| 3    | 0,066        | 0,060           |
| 4    | 0,063        | 0,058           |
| 5    | 0,066        | 0,059           |
| 6    | 0,062        | 0,057           |
| 7    | 0,062        | 0,058           |
| 8    | 0,063        | 0,059           |



Rys. 1. Zestawienie wartości skoku lustra wody

Największy skok pulsacji wody uzyskano stosując sita perforowane nr 3, 4, 5 oraz sita szczelinowe nr 7 i 8, przy czym dla obydwu rodzajów sit wielkość otworów była większa lub równa od 4 mm. Czynnikiem decydującym o relatywnie dużym skoku pulsacji uzyskanym podczas prób z sitami nr 3, 5, 7, 8 był ich prześwit, który przekraczał wartość 40%. W próbach z sitem perforowanym nr 4, którego prześwit był mniejszy i wynosił 23% na uzyskaną wartość skoku pulsacji wody wpłynęła znaczna średnica ( $\varnothing = 10$  mm) zastosowanych otworów. Najmniejszy skok pulsacji wody otrzymano stosując perforowane sita nr 1 i 2, które charakteryzują się zarówno małym prześwitem jak i rozmiarem otworów.

Przedstawione w tabeli 3 i na rysunku 2 zestawienie prędkości strumienia wznoszącego wody w komorze roboczej uzyskanych podczas jej pulsacyjnego przepływu wykazały podobne zależności pomiędzy badanymi sitami, jak w przypadku analizy wyników pomiaru skoku lustra wody. W próbach bez obciążenia materiałem, przeprowadzonych z zastosowaniem sit perforowanych o największym prześwicie lub posiadających duże otwory uzyskano większe prędkości przepływu strumienia wznoszącego wody niż w próbach z sitami szczelinowymi o większym prześwicie czyli mniejszym oporze przepływu.

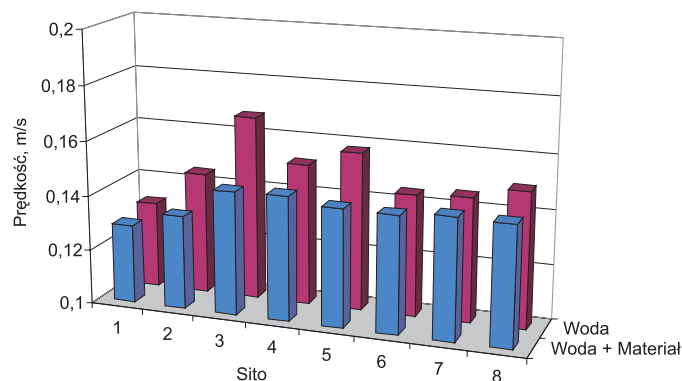
W próbach przeprowadzonych z obciążeniem materiałem przy użyciu sit perforowanych nr 1 i 2 charakteryzujących się małym prześwitem jak i rozmiarem otworów uzyskano najmniejsze prędkości przepływu wody, natomiast w pozostałych wartość tego parametru kształtowała się na zbliżonym wyższym poziomie.

TABELA 3

**Zestawienie prędkości strumienia wznoszącego wody w komorze roboczej**

| Sito | Prędkość (m/s) |          |
|------|----------------|----------|
|      | Woda           | Materiał |
| 1    | 0,13           | 0,129    |
| 2    | 0,145          | 0,134    |
| 3    | 0,167          | 0,145    |
| 4    | 0,152          | 0,145    |
| 5    | 0,158          | 0,143    |
| 6    | 0,144          | 0,143    |
| 7    | 0,145          | 0,144    |
| 8    | 0,150          | 0,144    |

Zestawienie udziałów faz wznoszenia lustra wody, jego podtrzymania i opadania podczas ruchu pulsacyjnego przedstawiono w tabeli 4. Różnice w udziałach poszczególnych faz pulsacji otrzymane w wyniku prób z badanymi sitami były zależne jedynie od ich parametrów wpływających na ruch wznoszący jak i opadający wody w osadzarce.



**Rys. 2.** Zestawienie prędkości strumienia wznoszącego wody w komorze roboczej

W największym stopniu ulegał zmianie udział fazy opadania, gdy komora robocza była wypełniona jedynie wodą (4,8%), a w najmniejszym stopniu udział fazy wznoszenia podczas prób z użyciem materiału (2,5%). W próbach z sitami o największym prześwicie i największych otworach cykl pulsacji wody posiadał wydłużoną fazę wznoszenia oraz skrócone fazy podtrzymania i opadania w odniesieniu do prób z sitami o małym prześwicie i posiadających małe otwory. Wraz ze zmniejszaniem wartości ww. parametrów sita następowało skracanie faz początkowych i wydłużanie czasu trwania kolejnej aż do uzyskania cyklu pulsacji o krótkich fazach wznoszenia i podtrzymania oraz długiej fazie opadania strumienia wody.

TABELA 4

**Zestawienie faz cyklu pulsacji**

| Fazy pulsacji,<br>% | Sita  |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| Woda                |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Wznoszenie          | 40,5  | 41,0  | 40,3  | 41,7  | 41,5  | 42,7  | 42,1  | 41,9  |
| Podtrzymanie        | 25,5  | 26,3  | 29,7  | 26,9  | 27,0  | 28,1  | 27,4  | 28,1  |
| Opadanie            | 34,0  | 32,7  | 30,0  | 31,4  | 31,5  | 29,2  | 30,5  | 30,0  |
| Suma                | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Materiał            |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Wznoszenie          | 38,8  | 40,7  | 41,0  | 40,1  | 41,3  | 40,2  | 40,4  | 41,3  |
| Podtrzymanie        | 26,2  | 26,5  | 26,3  | 26,6  | 26,7  | 28,3  | 26,9  | 26,7  |
| Opadanie            | 35,0  | 32,8  | 32,7  | 33,3  | 32,0  | 31,5  | 32,7  | 32,0  |
| Suma                | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Wyniki badań przedstawione w tabeli 5 pokazują wpływ poszczególnych sit na różnicę wysokości pomiędzy średnim poziomem wody w komorze roboczej i w komorze pulsacyjnej osadzarki laboratoryjnej. Większe wartości wskazują na niższy poziom wody i wyższe ciśnienie powietrza w podsitowej komorze pulsacyjnej. Dla zastosowanych w doświadczeniach stałych nastaw regulacyjnych osadzarki takie parametry procesu spowodowały uzyskiwanie większego skoku pulsacji wody podczas prób z sitami perforowanymi nr 3, 4 i 5, w porównaniu do prób z sitami szczelinowymi nr 6, 7 i 8, charakteryzującymi się największym prześwitem – najmniejszymi oporami przepływu wody.

Poziom wody w komorze pulsacyjnej występujący przy stosowaniu ww. sit szczelinowych był wyższy i porównywalny z uzyskiwanym podczas prób z sitami perforowanymi nr 1 i 2 o największych oporach przepływu wody.

Wyniki prób wykazały, że dla pełnego wykorzystania możliwości kształtowania pulsacyjnego przepływu wody jakie daje dobór sit w komorze roboczej osadzarki wskazane jest jednocześnie przeprowadzanie optymalizacji parametrów przepływu sprężonego powietrza przez komorę pulsacyjną.

TABELA 5

**Różnice poziomów wody pomiędzy komorą roboczą a komorą pulsacyjną**

| Sito | Różnica poziomów wody, m |       |          |       |         |       |
|------|--------------------------|-------|----------|-------|---------|-------|
|      | Woda                     |       | Materiał |       | Średnia |       |
| 1    | 0,506                    | 0,482 | 0,521    | 0,517 | 0,514   | 0,500 |
| 2    | 0,458                    |       | 0,512    |       | 0,485   |       |
| 3    | 0,554                    | 0,545 | 0,563    | 0,566 | 0,559   | 0,556 |
| 4    | 0,524                    |       | 0,560    |       | 0,542   |       |
| 5    | 0,557                    |       | 0,575    |       | 0,566   |       |
| 6    | 0,503                    | 0,484 | 0,506    | 0,510 | 0,505   | 0,497 |
| 7    | 0,473                    |       | 0,500    |       | 0,487   |       |
| 8    | 0,476                    |       | 0,524    |       | 0,500   |       |

### 3. Podsumowanie

Badania laboratoryjne wpływu parametrów sita na przepływ przez nie wody w osadzarce stacjonarnej działającej przy stałych parametrach pracy zaworów pulsacyjnych i dmuchawy sprężonego powietrza wykazały możliwość modyfikowania krzywej pulsacji wody w zależności od oporu przepływu wody przez otwory sit.

Różnice wartości parametrów charakteryzujących cykl pulsacji otrzymywanych przez porównanie wyników prób z różnymi sitami były zależne od obciążenia powierzchni robo-

czej sita i ulegały zmniejszeniu po wprowadzeniu ziaren materiału do komory roboczej.

Badania wykazały, że wraz ze wzrostem oporu przepływu przez sita, wynikającym ze zmniejszenia prześwitu i wielkości otworów, zmniejszeniu ulega wartość skoku i prędkości strumienia wznoszącego wody.

Równocześnie skróceniu ulegały fazy początkowe cyklu pulsacji a wydłużeniu czas trwania kolejnej, co prowadziło do uzyskania cyklu pulsacji charakteryzującego się krótkimi fazami wznoszenia i podtrzymania oraz długą fazą opadania.

Badania wykazały zależność pomiędzy parametrami sita w komorze roboczej osadzarki a poziomem wody w komorze pulsacyjnej, od którego uzależniona jest efektywność wykorzystania energii sprężonego powietrza dostarczanego w celu wywoływania pulsacyjnego przepływu wody. Podczas doboru parametrów sita do wymagań procesu osadzarkowego wzbogacania wskazane jest uwzględnianie ich wpływu na przepływ sprężonego powietrza w regulowanym układzie pneumatycznego zasilania osadzarki, którego nastawy mają wpływ na poziom wody w komorze pulsacyjnej.

Wykazane w badaniach możliwości regulacji ruchu pulsacyjnego wody, poprzez odpowiedni dobór sit, stanowią część zakresu zagadnień związanych z dostosowaniem osadzarek do realizacji procesu wzbogacania w sposób skuteczny i energooszczędny.

Założonym celem programu badawczego jest opracowanie sposobu doboru parametrów pokładu sitowego dla zwiększenia skuteczności rozdziału ziaren materiału surowego podczas operacji ich rozwarstwiania i odprowadzania w osadzarce pulsacyjnej w oparciu o wyznaczone współzależności pomiędzy parametrami pokładu sitowego, charakterystyki pulsacji oraz nadawy.

#### LITERATURA

- [1] *Blaschke St.*: Przeróbka mechaniczna kopalni. Wydawnictwo Śląsk. Katowice, 1982
- [2] *Dietrych J.*: Osadzarki. Państwowe Wydawnictwo Techniczne. Katowice, 1953
- [3] Zwiększenie skuteczności rozdziału w osadzarkach pulsacyjnych w oparciu o dobór parametrów konstrukcyjnych pokładu sitowego. Materiały nie publikowane ITG KOMAG