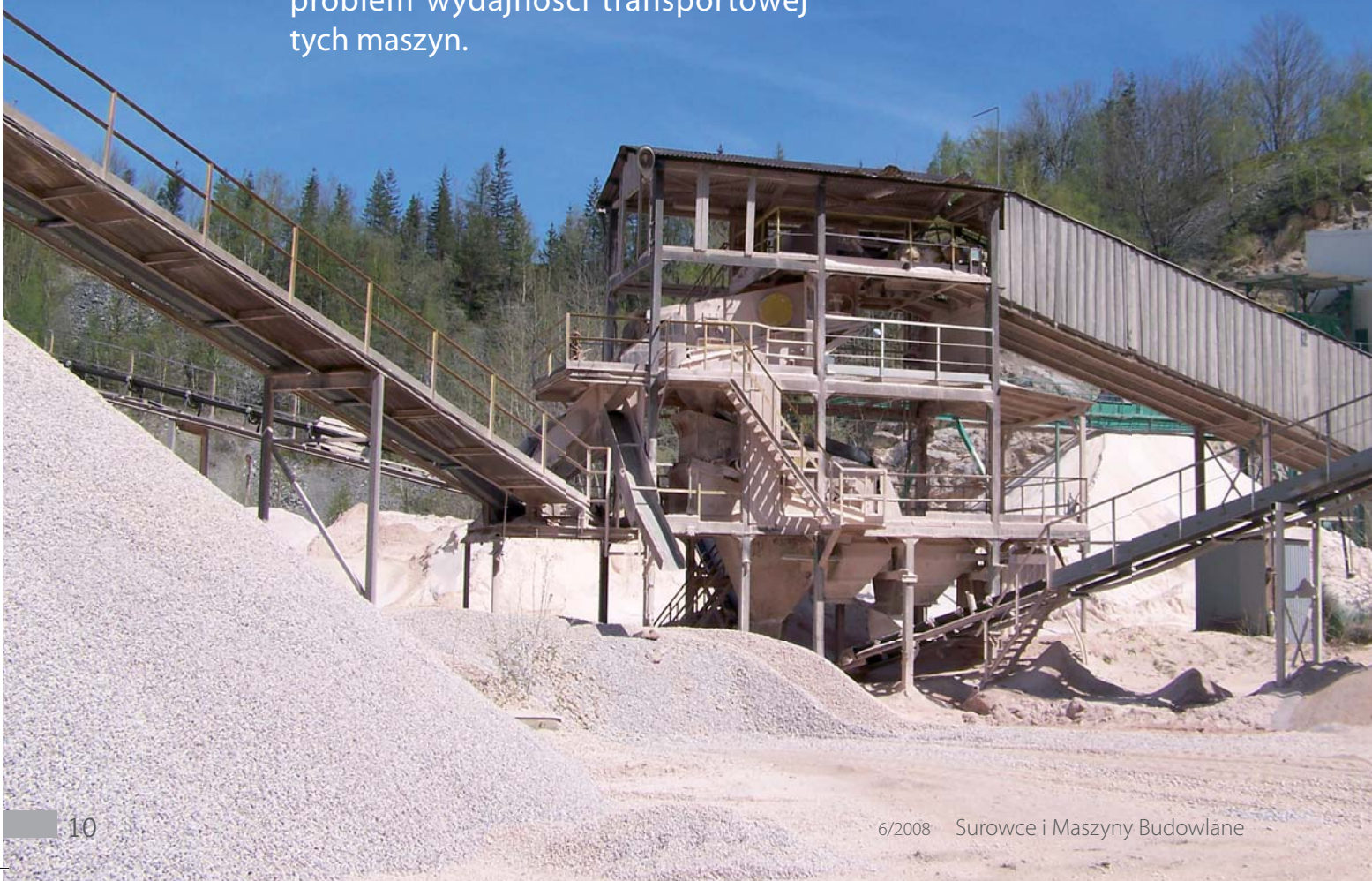




# Wydajność transportowa przesiewaczy

Jedną z głównych operacji technologicznych stosowanych w zakładach przeróbczych jest klasyfikacja granulometryczna prowadzona za pomocą przesiewaczy. W artykule opisano problem wydajności transportowej tych maszyn.



Celem przesiewania jako procesu klasyfikacji ziarnowej jest wyodrębnienie z danej mieszaniny ziaren materiału uziarnionego o założonej granulacji. Podstawą realizacji przesiewania jest doprowadzenie wszystkich ziarn przesiewanego materiału (nadawy) do kontaktu z powierzchnią sita. Ziarna o wielkościach mniejszych od otworu sita przechodzą przez nie, a większe pozostają na sicie. W wyniku realizacji procesu przesiewania otrzymuje się z każdego sita dwa produkty. Stosowanie ze względów technologicznych najkorzystniejszych parametrów pracy przesiewaczy należy uznać za jeden z najbardziej efektywnych sposobów mających na celu intensyfikację procesu przesiewania oraz poprawę jego sprawności. Z tego względu kształt amplitudy drgań rzeszota, kąt pochylenia sita do poziomu, kąt pochylenia drgań do powierzchni sita w przypadku przesiewaczy o drganiach prostoliniowych oraz częstotliwość drgań rzeszota wraz z sitem, powinny zapewnić właściwą realizację procesu przesiewania, gdzie wyróżniamy następujące fazy:

- przemieszczanie materiału po sicie,
- przemieszczanie się ziaren w warstwie nadawy,
- przechodzenie ziaren przez otwory sita,
- samooczyszczenie oczek sita.

Ostatnie trzy fazy mają

bardzo istotny wpływ na skuteczność procesu przesiewania (sprawność). Spośród stosowanych w przesiewaczach czy podajnikach wibracyjnych torów amplitudy drgań można wyróżnić drgania prostoliniowe oraz drgania po krzywej zamkniętej, do których zalicza się najczęściej stosowane drgania kołowe czy eliptyczne. Zróżnicowanie na długości pokładu torów drgań można uzyskać poprzez zmianę położenia wibratora względem środka ciężkości rzeszota.

W zależności od możliwości zabudowy oraz amortyzacji oddziaływania dynamicznego na konstrukcję zabudowy przesiewacze wykonywane są w różnych wariantach konstrukcyjnych jako podwieszone lub podparte na elementach sprężystych, którymi mogą być baterie sprężyn stalowych śrubowych lub – coraz częściej – elementy sprężyste z elastomerów czy gum.

Dobór właściwy elementów sprężystych jest bardzo istotny ze względu na zakres pracy, a także na wzrost amplitudy drgań przy przechodzeniu przez rezonans w fazie rozruchu czy hamowania przy wyłączeniu napędu wolnym wybiegiem, gdy dochodzi do kilkakrotnego wzrostu amplitudy drgań w porównaniu z ruchem ustalonym.

Najczęściej stosowane wibratory wymuszające drgania to bezwładnościowe dwumasowe i elektromagnetyczne, dające prostoliniowe drgania rzeszota oraz wibratory korbowe i jednomasowe, dające drgania kołowe lub eliptyczne.

Nowoczesne konstrukcje przesiewaczy charakteryzują się znacznymi przyspieszeniami rzeszota. Ruch ten, oprócz umożliwienia przechodzenia ziarn przez otwory sita, powinien także zapewnić możliwość czyszczenia sita z ziarn zakleszczających otwory. Warunki te określa wskaźnik pod-

rzutu oznaczony najczęściej symbolem „u”. Wskaźnik ten jest określany jako stosunek składowej normalnej (prostopadłej do powierzchni sita) największej wartości siły bezwładności działającej na ziarno znajdujące się na powierzchni sita do składowej normalnej siły ciężkości ziarna.

Dla przesiewaczy o drganiach prostoliniowych wyraża się wzorem:

$$u_2 = \frac{A \cdot \omega^2}{g} \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \beta}$$

gdzie:

- g – przyspieszenie ziemskie,
- A – amplituda drgań,
- $\omega$  – prędkość kątowa wibratorów,
- $\alpha$  – kąt pochylenia sita,
- $\beta$  – kąt pochylenia drgań.

Dla przesiewaczy o drganiach kołowych czy eliptycznych wskaźnik podrzutu wyraża się wzorem:

$$u_2 = \frac{A \cdot \omega^2}{g} \cdot \frac{1}{\cos \beta}$$

Dla przesiewaczy o drganiach kołowych czy elip-

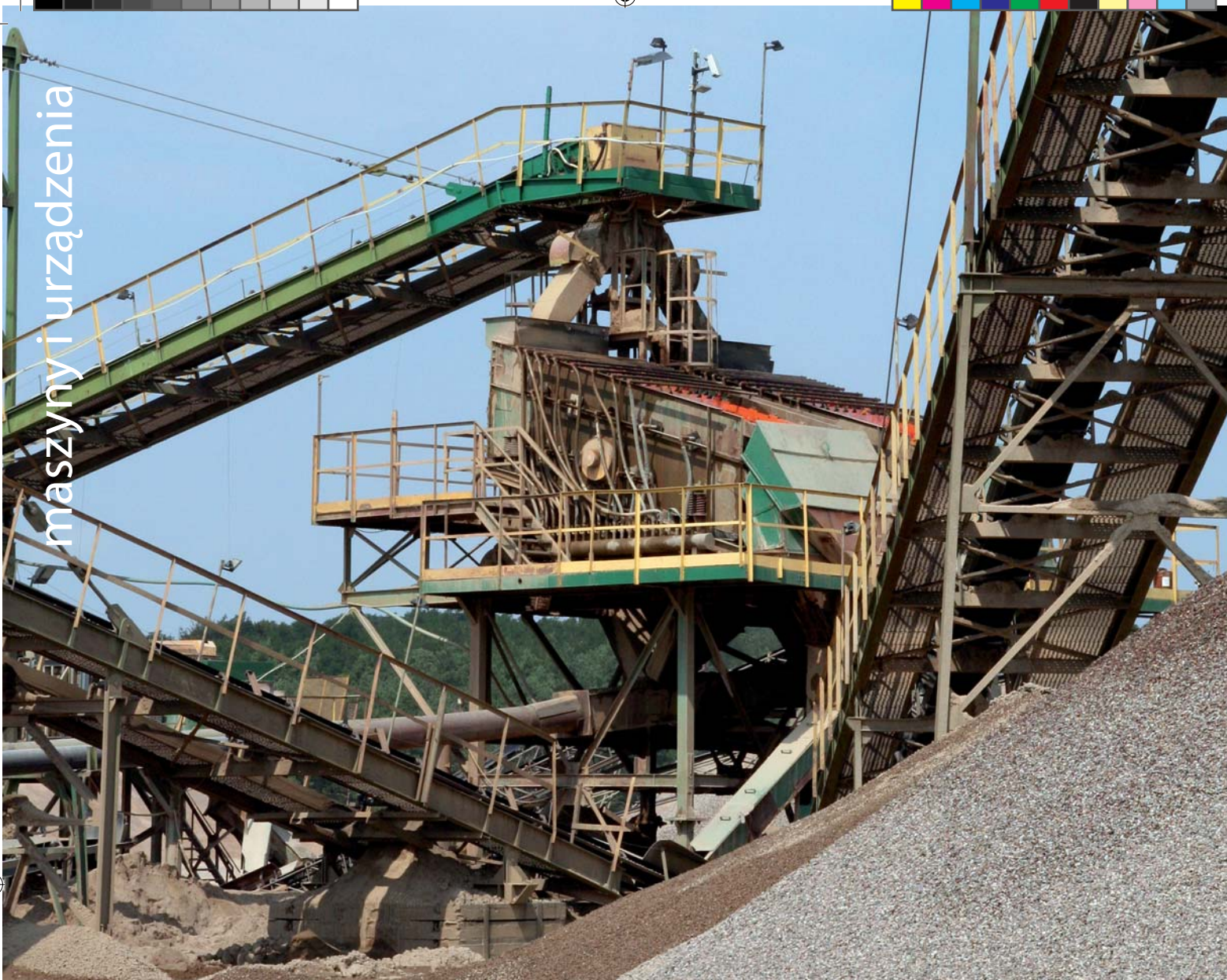
tycznych wskaźnik podrzutu przyjmuje wartości w granicach 5,6-9,4 w zależności od rodzaju przesiewanego materiału. Dla przesiewaczy o drganiach prostoliniowych, w przypadku stosowania ich do odwadniania, wskaźnik podrzutu zawiera się w przedziale 2,7-3,2. Przy wykorzystywaniu do przesiewania przesiewaczy o ruchu prostoliniowym wskaźnik podrzutu zawiera się w przedziale 1,8-6,0 przy szczególnie trudno przesiewanym materiale, z wyłączeniem zakresu 3,5-4,5, w

którym znacznie pogarszają się warunki przesiewania.

Dla efektywności procesu przesiewania istotne jest, w jaki sposób został osiągnięty zadany wskaźnik podrzutu, mała częstotliwość a duża amplituda drgań czy mała amplituda a wysoka częstotliwość drgań. Wysokie wartości amplitud są niezbędne do dobrego rozluźniania warstwy materiału na sicie i powinny być dobierane do wielkości ziarna podziałowego przesiewanego produktu. Liczne badania dotyczące skuteczności przesiewania, które najczęściej prowadzone były na przesiewaczach o trajektorii kołowej stwierdzają, że w miarę zwiększania otworu sita powinno się stosować większe amplitudy drgań. Dla ziarna podziałowego 1-15 mm zalecana amplituda drgań wynosi 4-5 mm, dla ziarna podziałowego z zakresu 15-40 mm amplituda to 6-7,5 mm, dla zakresu 40-140 mm 8,5-10 mm. Dla ziarn powyżej 140 mm, ze względu na znaczne oddziaływanie dynamiczne dużych ziaren, zaleca się zmniejszenie amplitudy do wartości 6-8 mm. Największy wpływ na prędkość transportową przesiewanego materiału na powierzchni sita ma kąt pochylenia sita względem poziomu oraz wskaźnik podrzutu. Przy niskich wartościach wskaźnika podrzutu w przedziale 1,5-1,9 może nastąpić spadek prędkości transportowej w przypadku wzrostu natężenia masowego nadawy, co w konsekwencji powoduje

”

**Liczne badania dotyczące skuteczności przesiewania stwierdzają, że w miarę zwiększania otworu sita powinno się stosować większe amplitudy drgań**



wzrost wysokości warstwy materiału na sicie i pogorszenie skuteczności przesiewania.

W przesiewaczach o kołowych czy eliptycznych drganiach rzeszota kąty pochylenia pokładu sitowego z uwagi na kinematykę drgań muszą być zawsze dodatnie i średnio wahają się w granicach 15-25 stopni, a najczęściej dobiera się je w przedziale 17-20 stopni. W przypadku stosowania powierzchni łamanej czy bananowej sita istnieje możliwość zwiększenia w pierwszej części sita kąta pochylenia nawet do 40 stopni. W przesiewaczach o drganiach prostoliniowych kąt pochylenia sit do poziomu w zależności od przeznaczenia przesiewacza przyjmowany jest w granicach -10 do +10 stopni. Ujemne wartości kąta pochylenia odnoszą się do procesów odwadniania mułów, szlamów, itp. czy płukania surowców mineralnych. Dla operacji przesiewania stosuje się kąt pochylenia sita równy zero, a dla klasyfikacji wstępnej oraz klasyfikacji kruszyw – 3-8 stopni.

Podobnie jak w przypadku linii łamanej sita kąty pochylenia mogą przybierać podobne wartości jak dla przesiewaczy o trajektorii kołowej.

Z wydajnością skuteczną przesiewaczy ściśle powiązana jest prędkość transportowa po powierzchni sita. Przytoczone metody określenia prędkości transportowej dotyczą przesiewaczy o drganiach kołowych i prostoliniowych głównie z napędami korbowymi i bezwładnościowymi jedno- i dwumasowymi. Na

prędkość transportową materiału na sicie mają wpływ zarówno parametry konstrukcyjne jak też dynamiczne przesiewacza oraz własności przesiewanego materiału, wśród których najważniejsze to skład granulometryczny nadawy, grubość warstwy oraz współczynnik tarcia materiału o sito. Przyjęcie pewnych założeń upraszczających pozwoliło na opracowanie około 30 wzorów umożliwiających z pewnym przybliżeniem wyznaczyć prędkość materiału na sicie.

Wśród tej liczby wzorów, które dają dobre przybliżenie wyników, na uwagę zasługują:

- wzór Nawrockiego dla przesiewaczy o drganiach prostoliniowych i wskaźniku podrzutu większym niż 2,8:

$$v = 0,53 \cdot \frac{g}{\omega} \cdot e^{0,1U_2} (U_2 - 1) \sin(\alpha + \beta) \quad (m \cdot s^{-1})$$

- wzór Czubaka dla przesiewaczy o drganiach prostoliniowych:

$$v = \frac{4,9 \cdot v^2}{p \cdot n} \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} \quad (m \cdot s^{-1})$$

$$v = \sqrt{0,545(U_2 - 1)^{0,73}}$$

gdzie:

p – liczba naturalna zależna od wskaźnika v; gdy np.

”

Prędkość materiału na powierzchni sitowej ma duży wpływ na sprawność procesu przesiewania – ma ścisły związek z grubością warstwy materiału na sicie



$v = 0,9$  to  $p = 1$ , gdy np.  $v = 1,7$  to  $p = 2$  itp.  $n$  – częstość drgań [Hz].

Dla przesiewaczy o trajektorii kołowej prędkość transportową można wyznaczyć z zamieszczonych poniżej dwóch wzorów.

- Wzór Nawrockiego

$$V = 14 \cdot \frac{g}{\omega} \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot \log u_2 \quad (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$$

- Wzór Blagowa

$$V = 33 \cdot n \cdot A \cdot \sin \alpha \cdot \sin \beta \quad (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$$

gdzie:

$\beta$  – kąt pochylenia sita do poziomu

$\alpha$  – kąt podrzutu wyznaczony ze wzoru:

$$\alpha = \arccos \frac{1}{u_2} - \beta$$

Zamieszczony poniżej wzór jest słuszny tylko dla przypadku, gdy wskaźnik podrzutu zawiera się w granicach 1,5 do 3,3.

$$V = \frac{2,67(U_2 - 1)^{0,73}}{n} \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} \quad (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$$

Prędkość materiału na powierzchni sitowej ma duży wpływ na sprawność procesu przesiewania, gdyż ma ścisły związek z grubością warstwy materiału na sicie. Zalecane prędkości transportowe w nowoczesnych przesiewaczach o wysokiej dynamice zawierają się w przedziale 0,6 do 1,0 metra na sekundę. Przy dużych kątach pochylenia pokładu sitowego mogą dochodzić od 2 do 5 metrów na sekundę, zwłaszcza przy cienko-warstwowym przesiewaniu. ■

maszyny i urządzenia

Reklama



## ZAKŁAD ELASTOMERÓW

- Sita poliuretanowe
- Elementy pomp, rurociągów, maszyn floatacyjnych
- Hydrocyklony
- Wykładziny zsyków, przesypów, zsuwni – płyty karbowane i gładkie
- Podpory sprężyste do przesiewaczy
- Zgarniacze, listwy, ochronniki
- Inne wyroby wg zapotrzebowania Klienta

**Zakład Elastomerów Boloil S.A.**  
to godny zaufania partner w interesach

32-332 Bukowno  
ul. Kolejowa 37

tel.: +48 322955049  
tel./fax: 2955006

e-mail: elastomery@boloil.com.pl  
www.boloil.com.pl

