



Dobór parametrów konstrukcyjnych przesiewacza dwuczęstościowego przeznaczonego do klasyfikacji odpadów mineralnych¹

Remigiusz Modrzewski, Piotr Wodziński
Politechnika Łódzka

1. Odpady mineralne

Przeróbka odpadów mineralnych ma ogromne znaczenie w gospodarce narodowej przede wszystkim ze względu na duże ilości masowe tych odpadów, jak też ich różnorodność. Odpady mineralne występują w wielu gałęziach przemysłu w szczególności w górnictwie węgla i surowców skalnych oraz w energetyce. Wiele z tych odpadów ma zresztą dużą wartość a możliwości ich wykorzystania są bardzo szerokie. Stąd też często zamiast pojęcia „odpady” mówi się o surowcach towarzyszących wydobyciu głównego surowca kopalnego.

Dobrym przykładem może być tutaj wydobycie węgla brunatnego, które oznacza pojawienie się dużych ilości kopaliny towarzyszącej, mającej charakter odpadów mineralnych, powstałych w rezultacie działalności górniczej. Kopaliny te stanowią istotny problem w całym górnictwie nie tylko w odkrywkowym górnictwie węgla brunatnego. Surowce towarzyszące kopalni węgla brunatnego są wykorzystywane w różnych gałęziach gospodarki. W warunkach masowego występowania kopaliny towarzyszących możliwa jest eksploatacja odmian najbardziej warto-

¹ Praca wykonana w ramach projektu badawczo-rozwojowego MNiSzW nr R 14 01403

ściowych, na które istnieje zapotrzebowanie lub pojawia się szansa ich ochrony przez utworzenie złóż wtórnych. Odkrywkowa eksploatacja węgla brunatnego związana jest z przemieszczaniem bardzo dużych ilości nadkładu – osadów zalegających ponad złożem węgla brunatnego. Jednocześnie w zboczach wyrobiska odkrywkowego oraz w strefie podwęglowej odsłaniane są skały i osady – dotychczas trudno dostępne z powierzchni terenu. Duża ilość tych osadów i skał ma znaczenie surowcowe. Odzysk nawet 1% przemieszczanego nadkładu jako kopaliny towarzyszących, ma ważne znaczenie dla gospodarki surowcowej kraju, a zwłaszcza regionu centralnego, w którym dostępność do surowców mineralnych jest wyjątkowo ograniczona.

Jako przykład różnorodności odpadów mineralnych podać można surowce towarzyszące wydobywaniu węgla brunatnego (tabela 1). Jak widać wszystkie mają szerokie możliwości wykorzystania, jednak uwarunkowane jest to wcześniejszą ich przeróbką. Wśród metod przeróbki na plan pierwszy wysuwa się przesiewanie.

Prawidłowe zagospodarowanie tych odpadów daje szereg korzyści z których za najważniejsze należy uznać:

Gospodarcze – pozyskiwanie kopaliny towarzyszących dokonywane jest mniejszym kosztem niż tych samych surowców jako kopaliny głównych, gdyż ponoszone nakłady na zagospodarowanie złoża rozkładają się na dwie lub więcej kopaliny.

Transportowo – energetyczne – co oznacza racjonalizację transportu surowców mineralnych i wykonywanych z nich wyrobów.

Ochrony środowiska – w tym zarówno ochrony zasobów surowców mineralnych, jak również ochrony terenów rolnych i leśnych. Zwiększenie produkcji np. wyrobów ceramiki budowlanej wymagałoby budowy wielu mniejszych zakładów wydobywczych zajmujących tereny rolne i leśne.

Tabela 1. Surowce towarzyszące złożu węgla brunatnego
Table 1. Concurrent materials in deposit of lignite

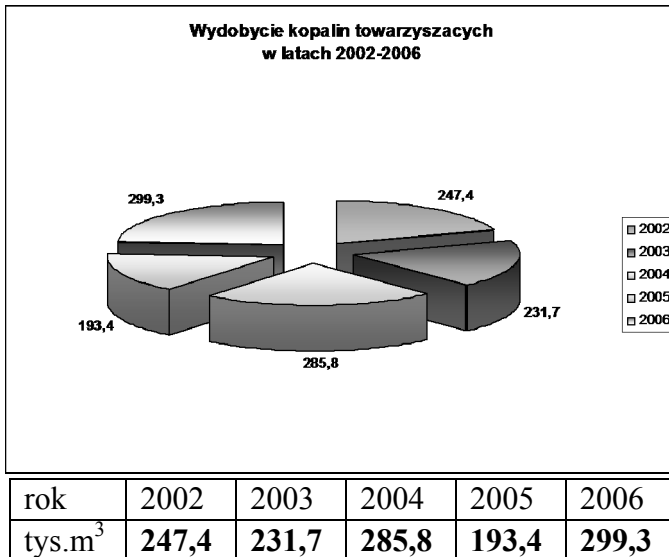
Nazwa kopaliny, charakterystyka, właściwości	Kierunki wykorzystania	Wymagany zakres, przetwórstwa (uszlachetniania)
TORF (gleba, humus) - niski - przejściowy	1. rekultywacja 2. podłoża ogrodnicze	
GRANITOWE GŁAZY NARZUTOWE	1. kruszywo budowlane 2. kruszywo drogowe 3. kamieniarstwo	kruszenie, przesiewanie
POSPÓŁKA KWARCOWO – SKALENIOWA I PIASKI	1. piasek płukany 2. piasek do robót antykorozyjnych 3. żwir filtracyjny 4. roboty makroniwelacyjne 5. piaski podsadzkowe 6. piasek odlewniczy (formierski)	płukanie, przesiewanie
SUROWCE ILASTE bardzo duża różnorodność właściwości ze względu na skład mineralny, granulometryczny i chemiczny - beidelitowe - kaolinitowe - illitowe - polimineralne	1. pełny zakres ceramiki budowlanej 2. wiertnictwo (płuczka) 3. hydroizolacja składowisk odpadów 4. hydroizolacja górotworu (pożary podziemne w kop. węgla kamiennego 6. rekultywacja gleb piaszczystych 7. sorbenty 8. produkcja wyrobów kamionkowych 9. produkcja cementu 10. produkcja keramzytu	wysoki stopień selektywności eksploatacji i składowania zapewnienia możliwości stosowania bez procesów uszlachetniających

Tabela 1. cd.

Table 1. cont.

Nazwa kopaliny, charakterystyka, właściwości	Kierunki wykorzystania	Wymagany zakres, przetwórstwa (uszlachetniania)
POSPÓLKA KRZEMIENNA (bruki nadwęglowe)	<ol style="list-style-type: none"> 1. kruszywo drogowe 2. mielniki do młynów kulowych ściernicze materiały nasypowe 3. żwir filtracyjny 4. piasek do robót antykorozyjnych 	płukanie, kruszenie, przesiewanie, korowanie
PIASKI KWARCYTOWE - wysoka zawartość SiO ₂ > 99% - wysoka jednorodność uziarnienia > 80% - frakcja główna 0,1-0,3 mm - niska wilgotność złożowa ~ 5% - łatwość topienia	<ol style="list-style-type: none"> 1. piasek szklarski po uszlachetnieniu kl. II, III 2. wypełniacz mineralny 3. mączka kwarcowa 	Klasyfikacja
WAPIENIE KWARCYTŲ	<ol style="list-style-type: none"> 1. kruszywo drogowe 1. kruszywo drogowe 	kruszenie, przesiewanie kruszenie, przesiewanie

O ilości dostępnych surowców towarzyszących świadczą dane uzyskane z jednej tylko kopalni KWB Bełchatów (rys. 1).



Rys. 1. Zestawienie wydobycia kopalin towarzyszących w latach 2002÷2006 w kopalni KWB Bełchatów

Fig. 1. Composition of getting out concurrent minerals in years 2002-2006 in the mine KWB Bełchatów

Również hutnictwo produkuje szereg materiałów odpadowych, a niektóre z nich są materiałami uziarnionymi. Materiały takie powinny zostać poddane dalszej przeróbce, a nie składowane, ponieważ możliwe jest ich dalsze wykorzystanie. Jednak w tym celu muszą one zostać (przynajmniej w części) poddane rozdrabnianiu i klasyfikacji. Uziarniony materiał odpadowy powinien zostać poddany wstępnej klasyfikacji, w celu oddzielenia ziaren drobnych, a więc już rozdrobnionych. Następnie należy go zmielić i ponownie rozklasyfikować na takie klasy ziarnowe, które mogą stanowić surowiec do dalszego wykorzystania.

Przeróbka odpadowych materiałów uziarnionych powstających w hutnictwie, polega na wydobyciu tych odpadów z miejsca składowania (np. hałdy), przetransportowaniu do miejsca przeróbki i realizacji samego przerobu tych materiałów. Głównymi operacjami występującymi w przeróbce tych materiałów są rozdrabnianie i ich klasyfikacja. W niniejszym

opracowaniu zajmujemy się tym drugim procesem, a więc klasyfikacją realizowaną w postaci przesiewania.

Przesiewanie odpadów uziarnionych dzieli się na kilka etapów, z których pierwszym jest oddzielanie ziaren dużych, tzn. takich które powinny być poddawane głębokiemu przemiałowi, w różnych maszynach rozdrabniających. Drugim etapem przerobu odpadów jest wielokrotne (w zależności od potrzeb) klasyfikowanie tych odpadów na sitach, a więc przesiewanie w różnych maszynach przesiewających.

Na podstawie wieloletnich doświadczeń autorzy niniejszego opracowania uznają, iż przesiewacze o sitach płaskich są najwłaściwszymi maszynami do przesiewania odpadów. Zdecydowanie należy polecić je przed przesiewaczami bębnowymi. Zastosowanie przesiewacza z sitami płaskimi polega na doborze maszyny spośród produkowanych przesiewaczy. Najlepiej jest zastosować przesiewacz wolnostojący wraz z całym wyposażeniem.

Jako jedno z możliwych rozwiązań autorzy proponują przesiewacz dwuczęstościowy opracowany w Politechnice Łódzkiej.

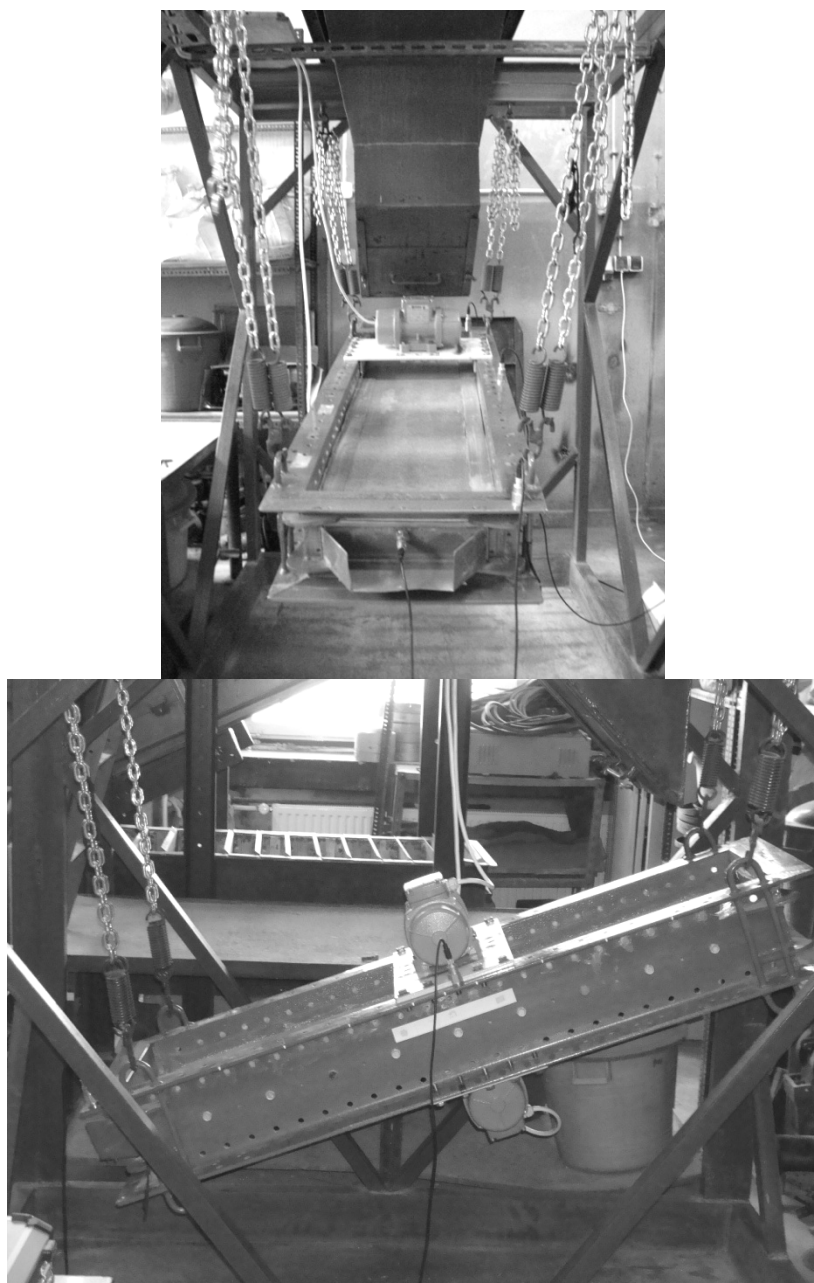
2. Przesiewacz dwuczęstościowy

Konstrukcja przesiewacza umożliwia regulację (dla celów badawczych) wszystkich podstawowych parametrów pracy maszyny, w szczególności takich jak:

- nachylenie rzeszota względem poziomu,
- ustawienie silników względem środka rzeszota,
- siły wymuszające wytwarzane przez silniki,
- prędkości obrotowe silników.

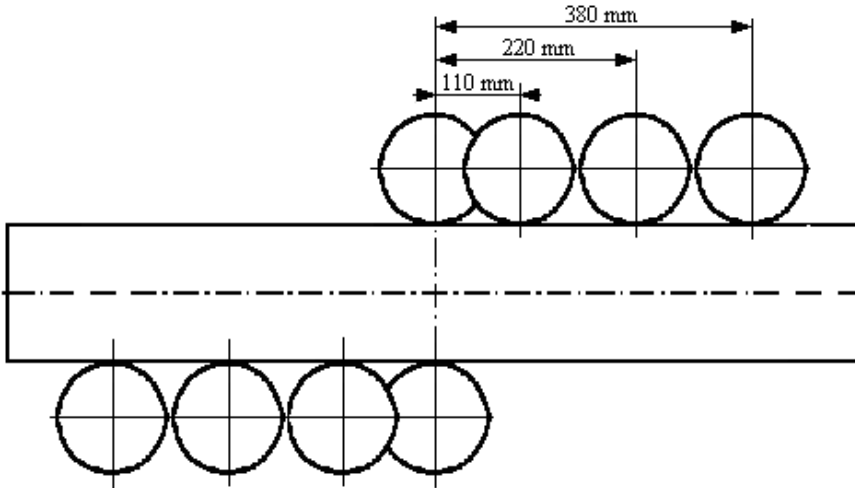
Przebadanie pracy przesiewacza w szerokim zakresie zmienności w/w parametrów pozwoliło na znalezienie optymalnych rozwiązań konstrukcyjnych pełnowymiarowej maszyny przemysłowej.

Użyty do badań przesiewacz posiada prostopadłościennie rzeszoto zawieszono sprężyste, takie rozwiązanie umożliwia regulację kąta pochylenia sita w zakresie od 0 do 25 stopni. Konkretnie badania były przeprowadzane dla następujących kątów pochylenia rzeszota względem poziomu: 0, 10, 15, 20 °.



Rys. 2. Przesiewacz doświadczalny
Fig. 2. Experimental screen

Konstrukcja przesiewacza umożliwiała zmianę ustawienia wibratorów (Rys. 3). Badania były przeprowadzane dla czterech różnych ustawień silników tzn. gdy są one rozsunięte względem środka rzeszota górny w kierunku podajnika, dolny w kierunku końca przesiewacza na odległość: 0, 110, 220, 380 mm.



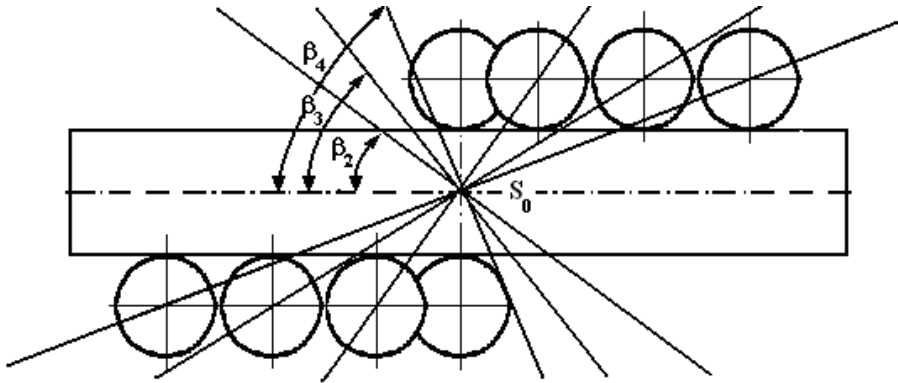
Rys. 3. Ustawienia wibratorów

Fig. 3. Setting of vibrators

Zmiana rozstawienia wibratorów powoduje zmianę wartości kątów torów wahań sita β (Rys. 4). W przypadku takich ustawień wibratorów jak na rys. 4 – kąty torów wahań sita wynoszą odpowiednio: $\beta_1=0^\circ$, $\beta_2=27,5^\circ$, $\beta_3=42,2^\circ$, $\beta_4=61^\circ$.

Przesiewacz posiada również możliwość regulacji siły wymuszającej poszczególnych wibratorów napędowych. Odbywa się to poprzez zmianę położenia mas niewyważonych, na wale danego wibratora. Na obu końcach wału wibratora znajdują się masy niewyważone. Na każdym z końców wału wibratora masa składa się z dwóch jednakowych części. Aby móc zmieniać siłę wymuszającą wystarczy rozsunąć jedną mas względem drugiej o odpowiedni kąt. Badania były przeprowadzane dla trzech wariantów ustawień:

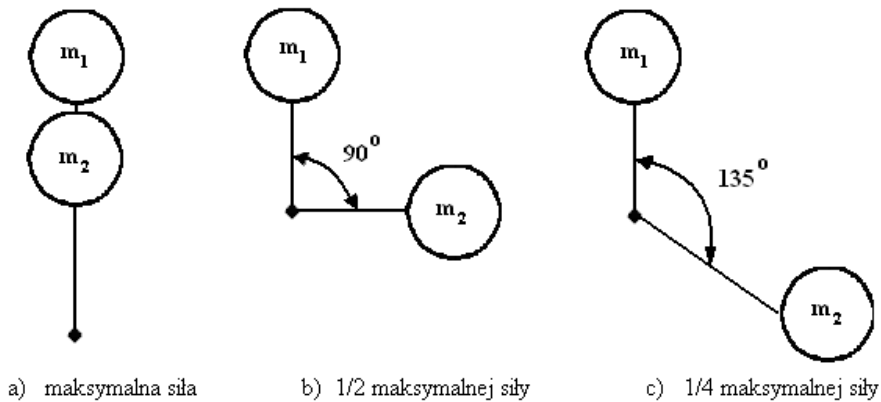
- a) maksymalna siła wymuszająca,
- b) 1/2 maksymalnej siły wymuszającej,
- c) 1/4 maksymalnej siły wymuszającej.



Rys. 4. Kąty torów wahań sita

Fig. 4. Angles of the tracks of sieve sways

Zasada tej regulacji została przedstawiona schematycznie na rys. 5.



Rys. 5. Ustawienia mas niewyważonych

Fig. 5. Setting of unbalanced masses

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że aby otrzymać założone wartości siły wymuszającej należy rozsunąć masy niewyważone względem siebie o następujące wartości kątów γ :

- a) maksymalna siła wymuszająca – kąt $\gamma = 0^\circ$,
- b) $1/2$ maksymalnej siły wymuszającej – kąt $\gamma = 90^\circ$,
- c) $1/4$ maksymalnej siły wymuszającej – kąt $\gamma = 135^\circ$.

Maksymalna siła wymuszająca według tabliczki znamionowej silnika wynosi 2 kN.

Należy zaznaczyć że siła wymuszająca zmniejszana była tylko na jednym z dwóch wibratorów napędowych, tzn. na tym, który obracał się z nominalną częstotliwością obrotową (1500 obr/min). Natomiast na drugim wibratorze, którego częstotliwość obrotów była mniejsza od nominalnej, siła wymuszająca zawsze była maksymalna (2 kN).

Niezwykle ważnym parametrem charakteryzującym pracę przesiewacza dwuczęstotściowego jest współczynnik przełożenia prędkości definiowany jako:

$$\xi = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad (1)$$

Wielkość ta mówi nam o ile różnią się od siebie prędkości kątowe (lub obrotowe) dwu wibratorów rotacyjnych.

Prędkości obrotowe wibratorów ω przyjęte do badań miały następujące wartości:

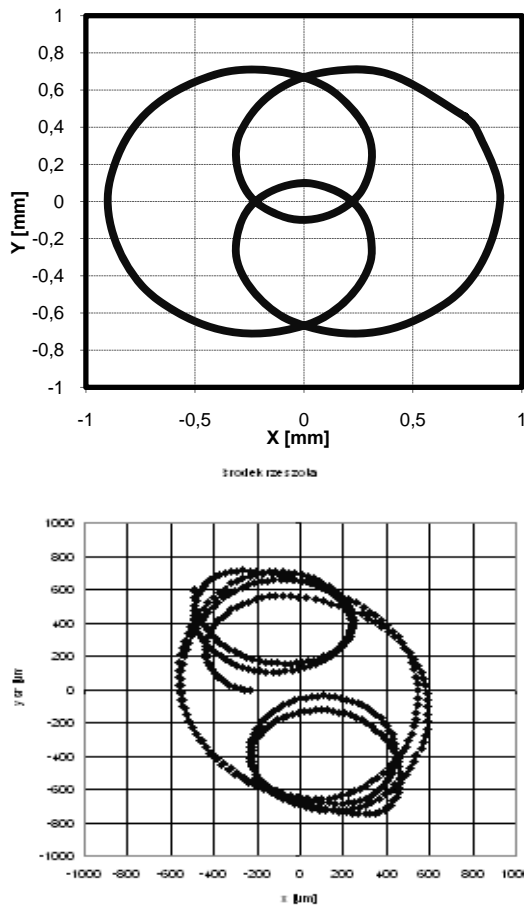
- $\omega_{\max} = 1500$ obr/min.
- $2/3 \omega_{\max} = 1000$ obr/min
- $1/2 \omega_{\max} = 750$ obr/min
- $1/3 \omega_{\max} = 500$ obr/min

Regulacji prędkości obrotowej silników dokonywano przy użyciu falowników. Badania były przeprowadzane dla kombinacji częstotliwości obrotowych obu wibratorów jak w tabeli 2. W sumie możliwych było zatem 28 różnych kombinacji prędkości i kierunku obrotów.

Tabela 2. Kombinacje częstości obrotowych
Table 2. Combinations of rotary frequencies

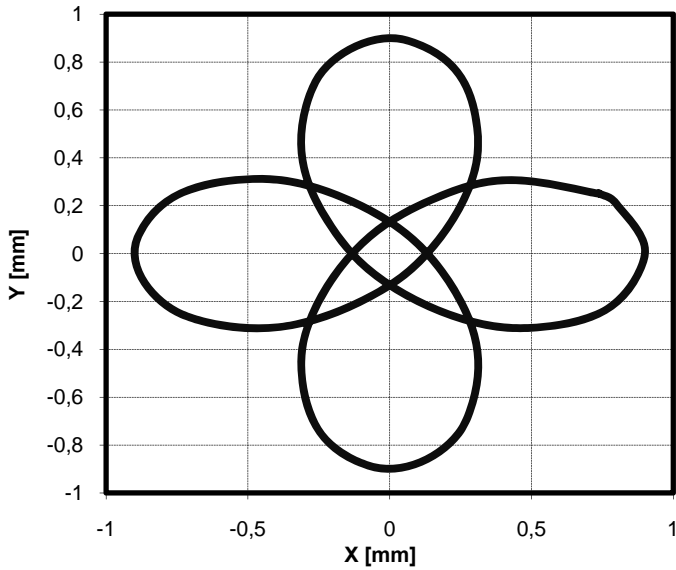
WIBRATOR	WIBRATOR	WIBRATOR	WIBRATOR	WIBRATOR	WIBRATOR	WIBRATOR	WIBRATOR
Górny (ω_1)	Dolny(ω_2)	Górny (ω_1)	Dolny(ω_2)	Górny (ω_1)	Dolny(ω_2)	Górny (ω_1)	Dolny(ω_2)
Prawo (+)	Prawo (+)	Prawo (+)	Lewo (-)	Lewo (-)	Prawo (+)	Lewo (-)	Lewo (-)
obr/min		obr/min		obr/min		obr/min	
1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
750	1500	750	1500	750	1500	750	1500
1500	750	1500	750	1500	750	1500	750
1500	1000	1500	1000	1500	1000	1500	1000
1000	1500	1000	1500	1000	1500	1000	1500
1500	500	1500	500	1500	500	1500	500
500	1500	500	1500	500	1500	500	1500

Celem stosowania tylu różnych prędkości obrotowych silników było uzyskanie wielu odmiennych torów ruchu rzeszota. Tory te zostały zarówno wyznaczone teoretycznie na drodze obliczeń i symulacji komputerowych, jak też zmierzone doświadczalnie elektronicznym systemem pomiarowym. Wyniki przedstawiono na rysunkach 6÷11. Po lewej stronie rysunków znajdują się trajektorie obliczone – wyznaczone poprzez rozwiązanie równań ruchu [3], a po prawej doświadczalne – zmierzone za pomocą systemu do pomiaru drgań.

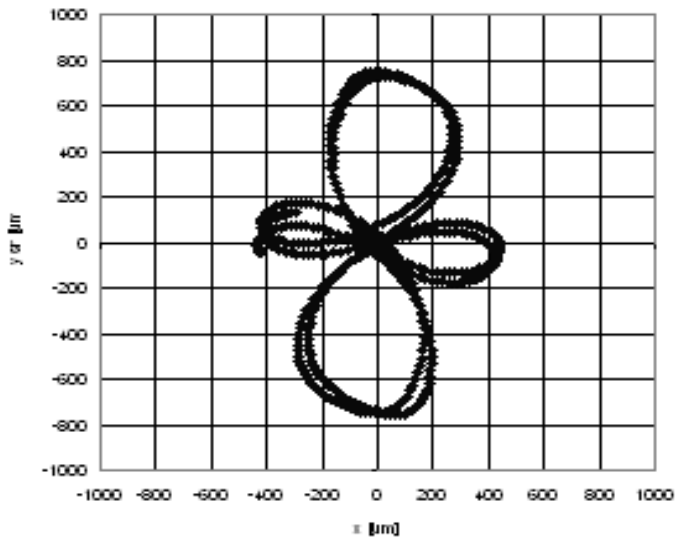


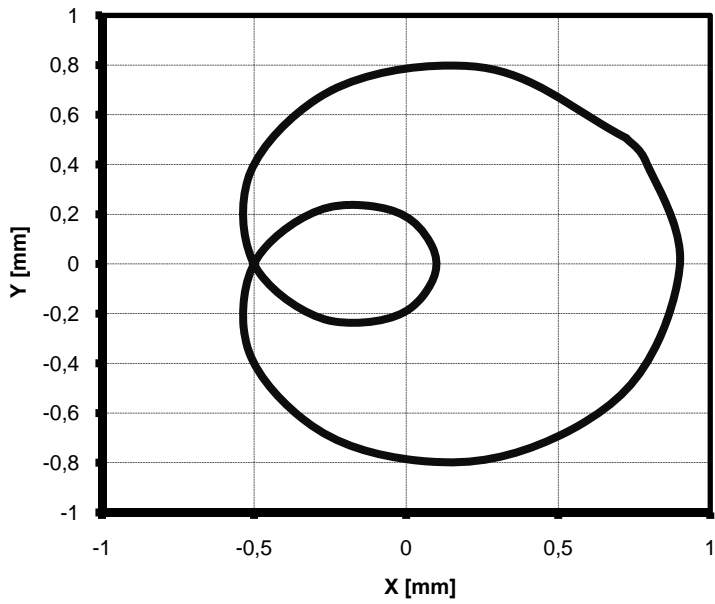
Rys. 6. Tory przy synchronizacji zgodnej $\omega_1 / \omega_2 = 1/3$

Fig. 6. Trajectories during harmonic synchronization $\omega_1 / \omega_2 = 1/3$

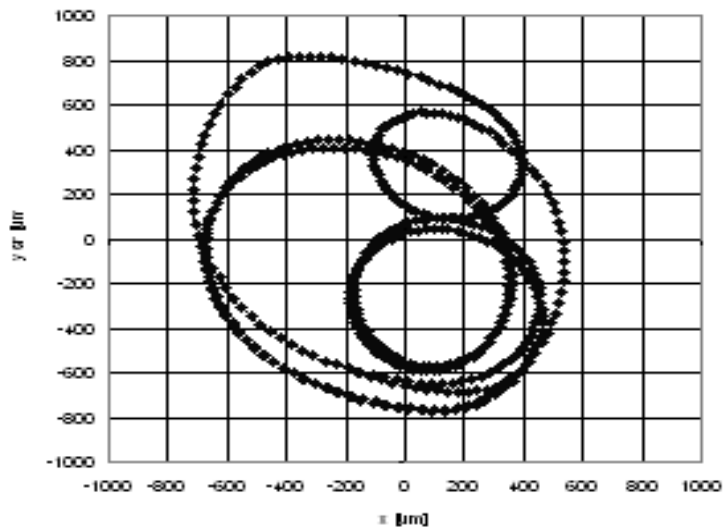


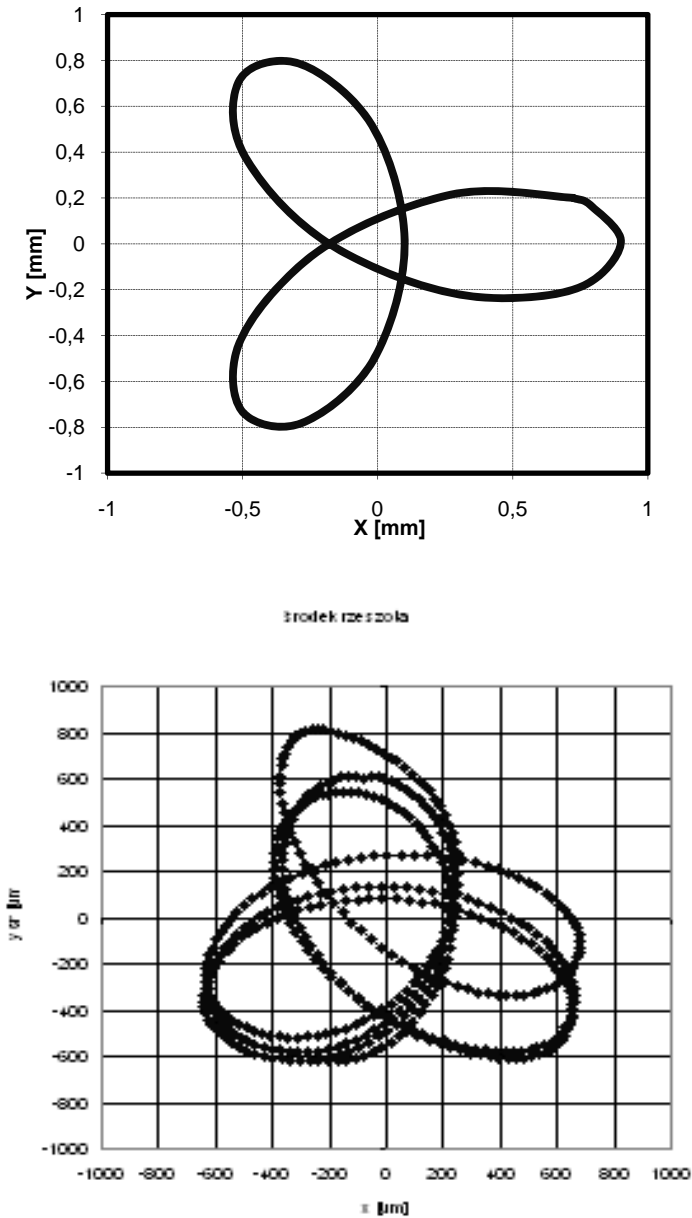
Środek rzędzola

**Rys. 7.** Tory przy synchronizacji przeciwnej $\omega_1 / (-\omega_2) = 1/3$ **Fig. 7.** Trajectories during opposite synchronization $\omega_1 / (-\omega_2) = 1/3$



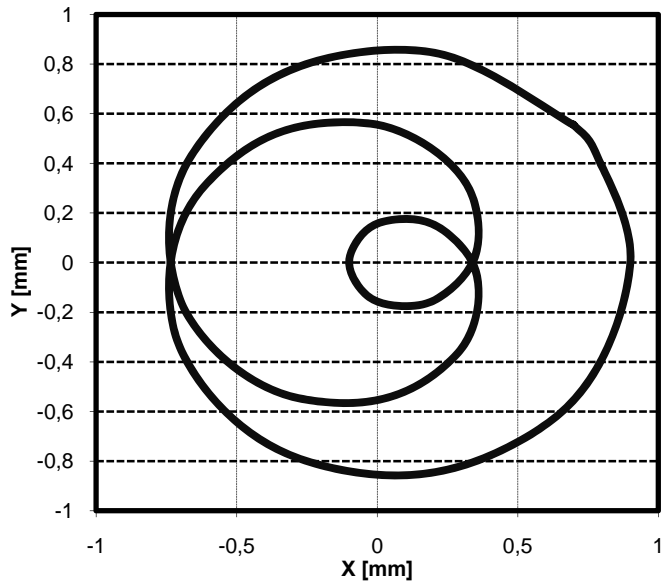
Zrodek rzeszola

**Rys. 8.** Tory przy synchronizacji zgodnej $\omega_1 / \omega_2 = 1/2$ **Fig. 8.** Trajectories during harmonic synchronization $\omega_1 / \omega_2 = 1/2$

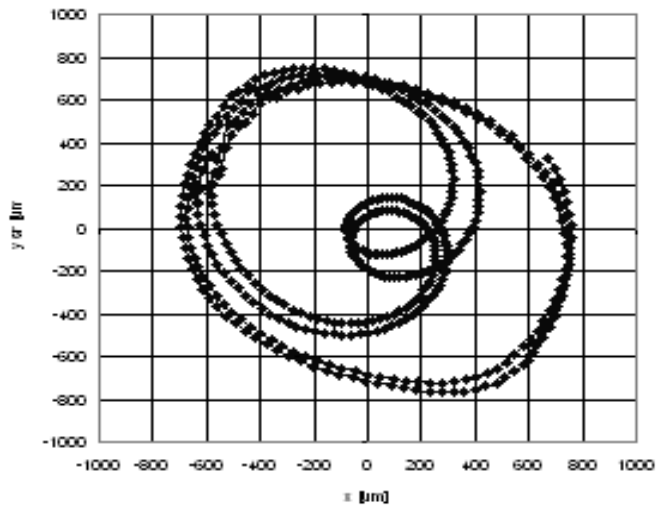


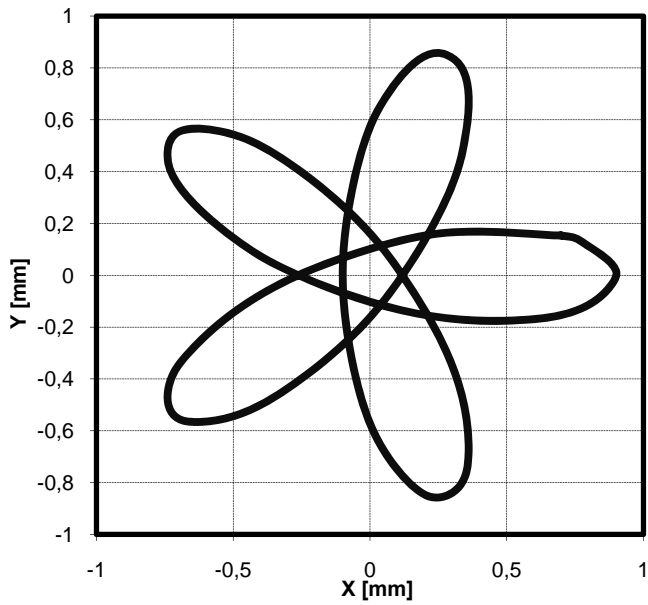
Rys. 9. Tory przy synchronizacji przeciwnej $\omega_1 / (-\omega_2) = 1/2$

Fig. 9. Trajectories during opposite synchronization $\omega_1 / (-\omega_2) = 1/2$

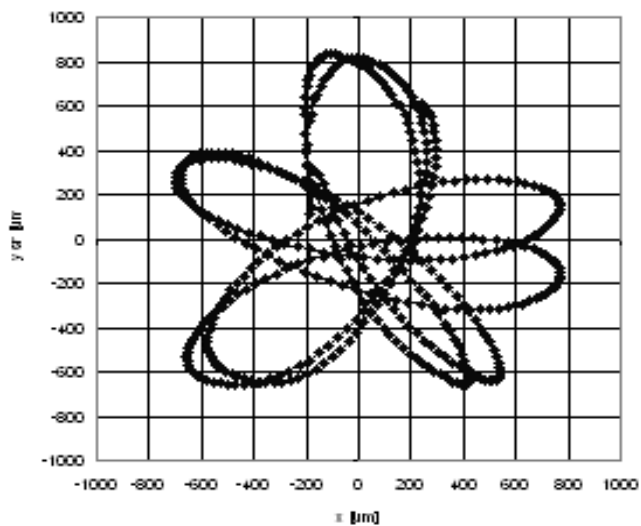


zrodek rzeshola

**Rys. 10.** Tory przy synchronizacji zgodnej $\omega_1 / \omega_2 = 2/3$ **Fig. 10.** Trajectories during harmonic synchronization $\omega_1 / \omega_2 = 2/3$



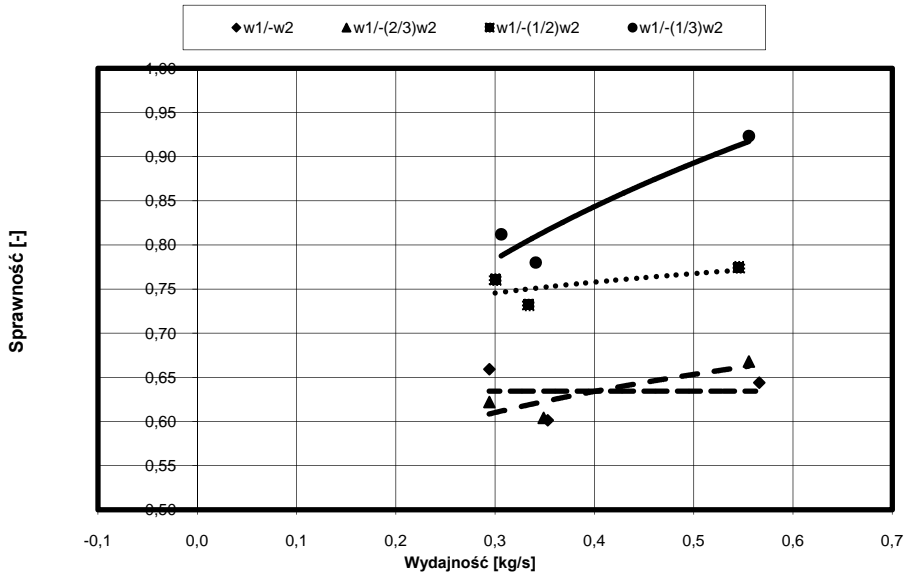
Zrodek rzęszoła

**Rys. 11.** Tory przy synchronizacji przeciwnej $\omega_1 / (-\omega_2) = 2/3$ **Fig. 11.** Trajectories during opposite synchronization $\omega_1 / (-\omega_2) = 2/3$

Za główną cechę przesiewacza dwuczęstościowego należy uznać możliwość dowolnego konfigurowania napędu bezwładnościowego, a więc i możliwość jego dostosowania od wymagań stawianych przez proces przesiewania konkretnego materiału ziarnistego. Optymalizacja pracy napędu odbywa się poprzez regulację częstości obrotowej wibratorów, ich siły wymuszającej, oraz wzajemnego położenia i kierunku obrotów.

Jako kryterium oceny jakości pracy urządzenia przyjęto sprawność przesiewania i wydajność masową, które to parametry mają decydujące znaczenie z punktu widzenia ekonomii procesu. Badania procesowe stanowią jedyną drogę osiągnięcia celu, jakim jest optymalizacja układu napędowego, ponieważ nawet poprawna praca układów mechanicznych nie oznacza jeszcze zapewnienia dostatecznie dobrych warunków przesiewania.

Przykładowe wyniki badań procesowych przesiewania przedstawiono na rysunku 12. W sumie uzyskano ponad 100 podobnych wykresów dla różnych konfiguracji napędowych przesiewacza, co pozwoliło na wybór układów optymalnych.



Rys. 12. Zależności sprawnościowo-wydajnościowe dla różnych stosunków prędkości wibratorów napędowych

Fig. 12. Efficiency and capacity dependences for the various relations of the driving vibrators speed

W tabeli 3 przedstawiono wybrane najkorzystniejsze zestawienia parametrów pracy przesiewacza dwuczęstościowego. Badania wykonano na sicie stalowym, plecionym, o otworach kwadratowych $l = 0,63$ mm, a badanym medium był piasek kopalny o uziarnieniu $0\div 3$ mm.

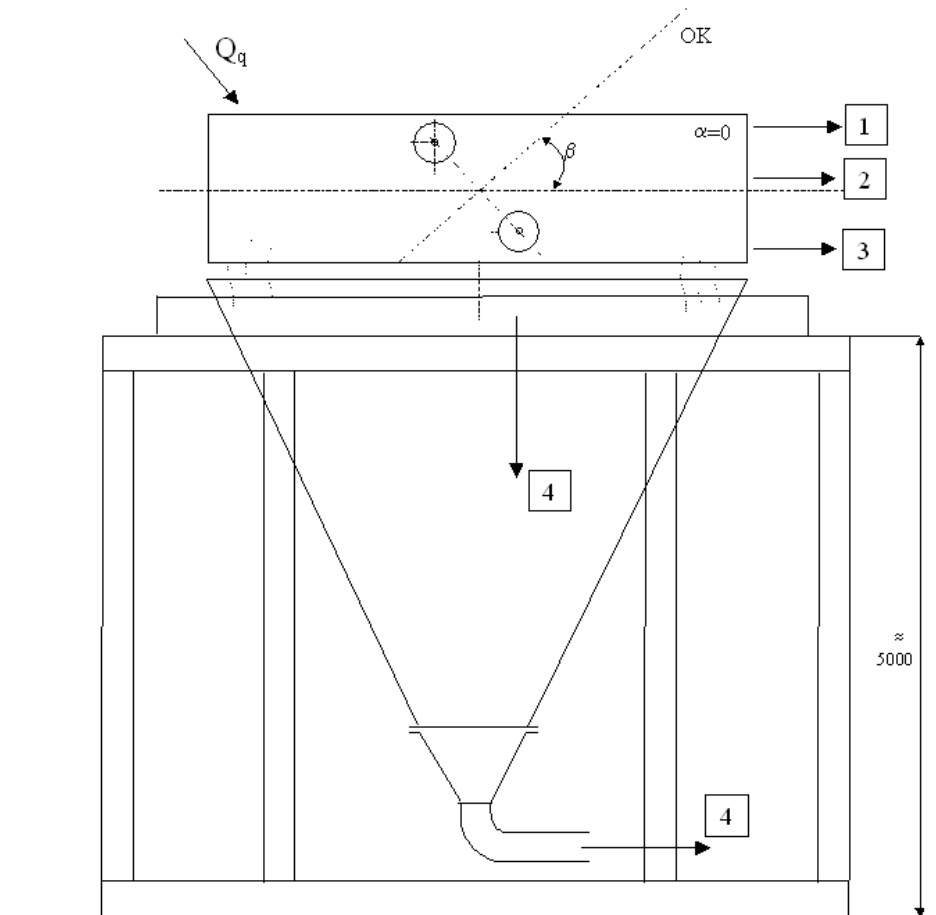
Tabela 3. Najkorzystniejsze parametry pracy przesiewacza dwuczęstościowego
Table 3. The most profitable parameters of the double frequency screen work

Kąt nachylenia sita	Rozstaw silników	Siły wymuszające	Prędkość kątowa (stosunek ω_1/ω_2)
20°	0	1/4	1/3
	0	1/4	-1/3
	1/3	1/4	1/3
	1/3	1/4	-1/3
	max.	1/4	1/3
	max.	1/4	-1/3

3. Przemysłowy przesiewacz dwuczęstościowy do przesiewania odpadów

Na podstawie wyników badań przesiewacza dwuczęstościowego w skali laboratoryjnej, opracowano koncepcję budowy przesiewacza przemysłowego (rys. 13), który zainstalowany będzie w jednym z zakładów wydobywczych zajmujących się eksploatacją kruszyw mineralnych.

Konstrukcja nośna ma być konstrukcją spawano-skręcaną wykonaną z typowych profili stalowych, walcowanych. Musi być ona złożona z takich elementów, aby możliwy był transport całego przesiewacza (rozmontowanego) transportem samochodowym. Konstrukcja nośna stanowi element wolnostojący, umieszczony na utwardzonym podłożu. Powinna ona zawierać pomosty dla obsługi oraz szafę sterowniczą w której zostaną umieszczone wszystkie elementy sterowania napędami maszyny. Konstrukcja nośna powinna także zapewnić możliwość zmiany kąta nachylenia sit $\alpha = 0\div 20^\circ$, poprzez pochylenie całego rzeszota przesiewacza.



Rys. 13. Przesiewacz przemysłowy

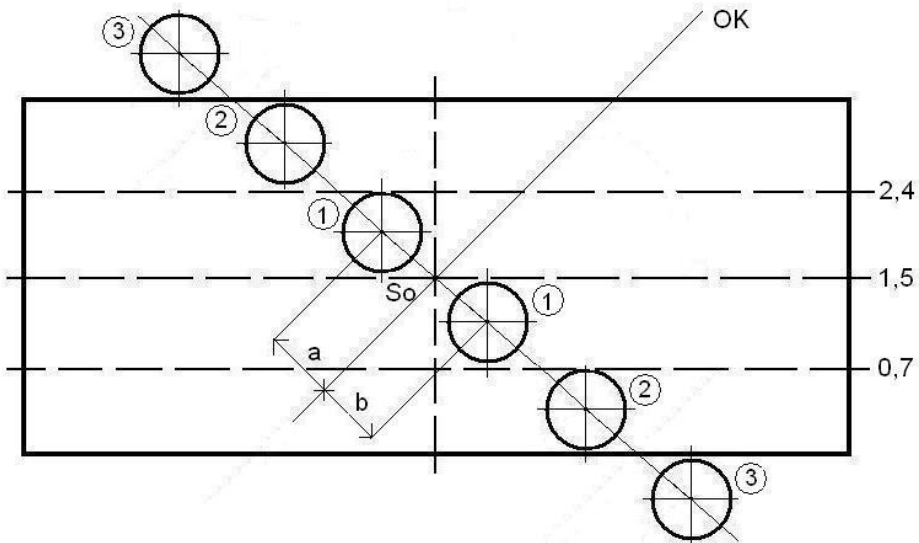
Fig. 13. Industrial screen

Rzeszoto przesiewacza dwuczęstościowego (rys.14) jest konstrukcją skrzyniową, spawano-skręcaną z możliwością zastosowania połączeń typu Huck-Bolt. Wymiary sita wynoszą $L = 5,0$ m, $B = 1,8$ m. Rzeszoto zawiera 3 pokłady sitowe, o wymiarach oczek sit tkanych: 2,4 mm, 1,5 mm, 0.7 mm. Do napędu rzeszota zastosowane zostaną dwa rotacyjne wibratory modułowe umieszczone w (lub na) bocznych burtach rzeszota z możliwością zmiany położenia tych wibratorów (pozycje 1, 2, 3 na rys. 14). Prędkości obrotowe tych wibratorów powinny być regulowane w sposób płynny w zakresie do 1500 min^{-1} (falowniki częstotliwości).

Maksymalny wskaźnik podrzutu maszyny, tzn. po ustawieniu maksymalnej siły wymuszającej powinien wynosić ok. $K = 6$.

Przewiduje się poprzeczny naciąg sit tkanych o wymiarach oczek:

- $l_1 = 2,4$ mm,
- $l_2 = 1,5$ mm,
- $l_3 = 0,7$ mm.

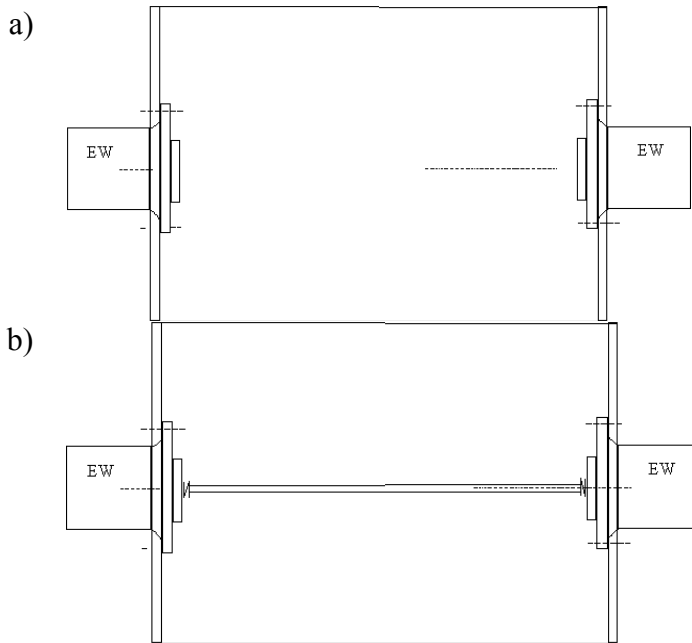


Rys. 14. Rzeszoto przesiewacza przemysłowego

Fig. 14. Riddle of industrial screen

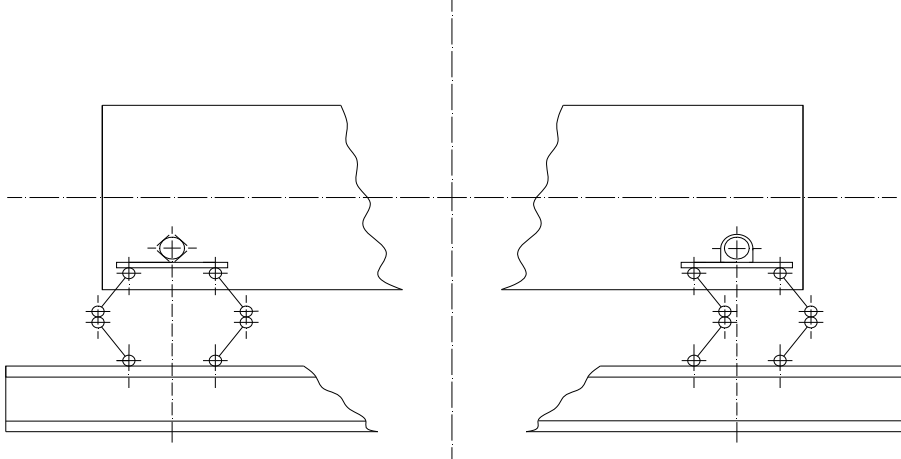
Wibratory rotacyjne pracują w warunkach samosynchronizacji dynamicznej współbieżnej lub przeciwbieżnej z możliwością połączenia sprzęgiem osiowym (rys. 15).

Zawieszenie sprężyste przesiewacza stanowią elementy sprężyste typu X (rys. 16) (metalowo-gumowe) lub sprężyny stalowe śrubowe.



Rys. 15. Napęd przesiewacza dwuczęstościowego, trójpokładowego; a) – bez sprzęgu osiowego, b) – ze sprzęgiem osiowym

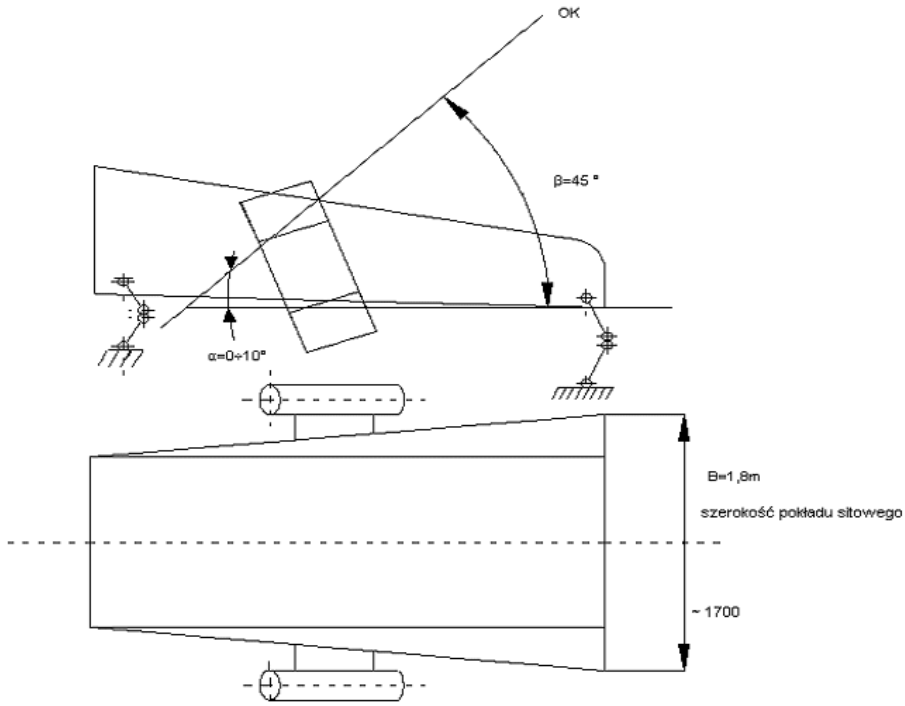
Fig. 15. Drive of double frequency screen with three-deck riddle; a) without axial coupling, b) with axial coupling



Rys. 16. Zawieszenie typu X (z przegubami typu Neidhart) do PD-C

Fig. 16. X-type suspension (with Neidhart joint) for PD-C

Do zasilania przesiewacza powinien być użyty podajnik wibracyjny (rys.17) lub zsuwnia grawitacyjna, które zapewnią podawanie nadawy na całą szerokość sita i upadek materiału przesiewanego na najwyższe sito z możliwie najmniejszej wysokości. Rynna wibracyjna powinna mieć możliwość regulacji wydajności nadawy – masowego natężenia dopływu nadawy do przesiewacza.



Rys. 17. Podajnik zasilający

Fig. 17. Supplying feeder

Proces przesiewania będzie prowadzony na sucho oraz na mokro, z zastosowaniem natrysku wodnego. Pod przesiewaczem powinien znajdować się lej zsypano-wodny do odbioru najdrobniejszego produktu (podsitowego), a produkty nadsitowe ze wszystkich pokładów sitowych, powinny być odbierane poprzez rynny zsypano- nieruchome, zamocowane do konstrukcji nośnej. Wysokość punktów odbioru produktów przesiewania nad utwardzonym podłożem, powinna umożliwić zainstalowa-

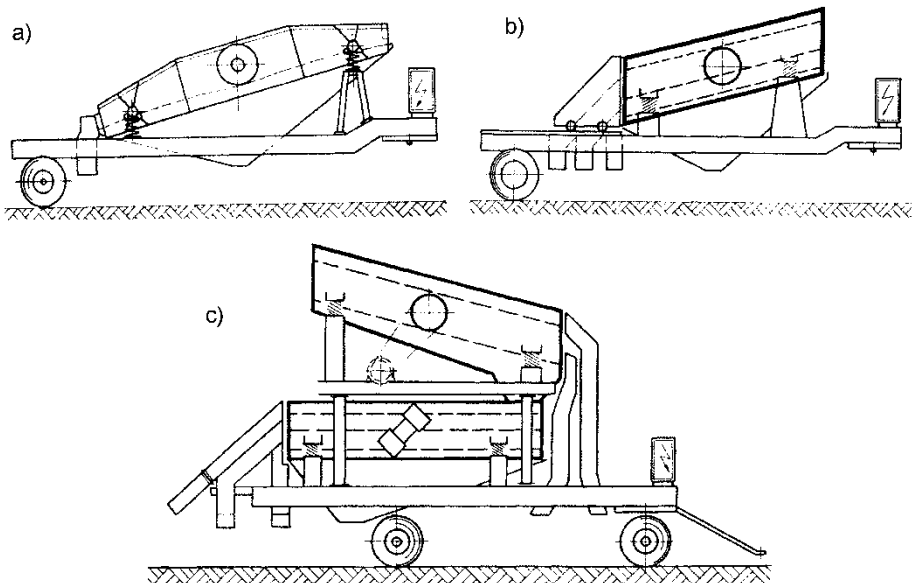
nie tam typowych przenośników taśmowych, przeznaczonych do odbioru produktów przesiewania.

Integralnym wyposażeniem przesiewacza jest szafa sterownicza, zawierająca elementy sterowania napędem (falowniki, styczniki, bezpieczniki, itp.)

Omawiany przesiewacz zalecany jest również jako część składowa tzw. zestawów mobilnych, coraz bardziej popularnych w mniejszych zakładach wydobywczych.

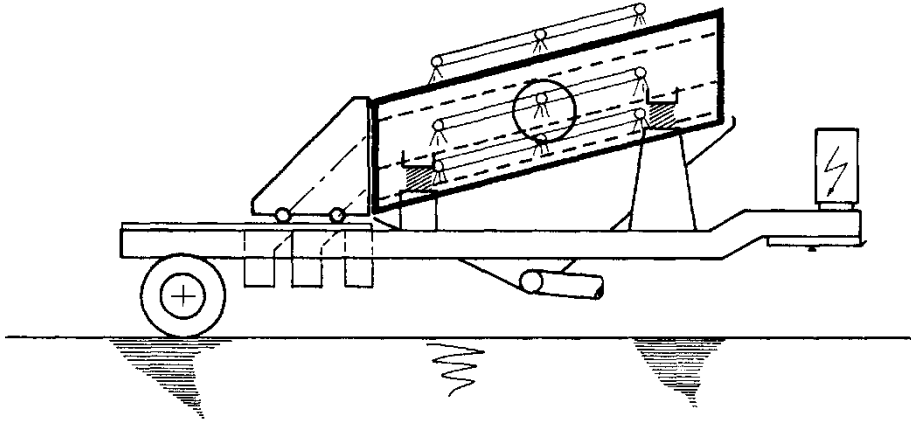
Na rys. 18 pokazano mobilne zestawy przesiewające, gdzie możliwe są przeróżne konfiguracje przesiewaczy, umieszczonych na podwoziach kołowych. Zestawy te można modyfikować w zależności od konkretnych potrzeb i założonych procesów technologicznych.

Możliwe jest także zbudowanie zestawu przesiewającego z natryskiem wodnym (rys. 19), który stanowić będzie element składowy całej linii technologicznej.



Rys. 18. Zestawy przesiewające

Fig. 18. Screening sets



Rys. 19. Zestaw przesiewający z natryskiem wodnym
Fig. 19. Screening set with the water shower

Literatura

1. Banaszewski T.: *Przesiewacze*. ŚWT, Katowice, 1990.
2. Sztaba K.: *Przesiewanie*. ŚWT, Katowice, 1993.
3. Wodziński P.: *Przesiewanie i przesiewacze*. WPL, Łódź, 1997.
4. Schmidt P.: *Das Siebklassieren*. Chem. Ing. Tech., 56, nr. 12, 1984.

Selection of the Construction Parameters of Double-frequency Screen for Classification of Mineral Wastes

Abstract

Screening of grained waste is divided into several stages, the first one is separation of large grains, that is those that should be subjected to deep milling, in different grinding machines. The second stage of waste processing is a multiple (depending on needs) classification of waste on sieves, so screening in different screening machines.

Basing on many years of experience, authors of the paper recognize that sifters with flat screens are the most appropriate machines for screening of waste. They are definitely more recommend than sieving drums. The use of flat screen sifters consists in selection of machine among manufactured sifters. It is best to use free-standing screen with all of its equipment.

The present study demonstrates the results of the research programme carried out at the Department of Process Equipment, Technical University of Lodz, and concerns double-frequency screens. On the basis of the research results the design assumptions of the industrial machine aimed at fine-grained screening have been elaborated. It is widely known that the shape of trajectory in the oscillating motion of the screen has a relevant meaning for obtaining the best processing properties of the machine. Therefore, the trajectories of oscillating motion, which will lead to the intensive segregation of the grain layer moving on the sieve, have been searched for a long time. Seemingly, it is possible to obtain a double-frequency screen. Two rotational vibrators of the same or different static moments are applied for the drive of such a screen. As the name indicates, it is a screen which is characterised by two different rotational speeds of those drive vibrators. The construction of the screen enables to regulate (for research objectives) all the basic operation parameters of the machine, such as: the inclination of the sieve against the level, setting of the engines against the middle part of the sieve, exciting forces generated by the engines, the engine rotational speeds.

Basing on results of the research on a double-frequency screen in a laboratory scale, the concept of building an industrial screen (Fig. 13) was developed, which will be installed in one of the mining companies exploiting mineral aggregates.

Supporting structure will be welded-bolt together structure made of typical steel rolled profiles. It must be composed of such elements, in order to it was possible to transport the entire screen (dismantled) by road transport. Supporting structure is a free-standing element, placed on a paved surface. It should contain catwalks for operation staff and control box where all elements of machine drives control will be placed. Supporting structure should also allow to change screens angle $\alpha = 0-20^\circ$, by tilting the entire sieve of screen.