ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1969
Seria: GÓRNICTWO z. 41 Nr kol. 269

Jerzy Nawrocki

ZMODYFIKOWANY NAPĘD BEZWŁADNOŚCIOWY O RUCHU LINIOWYM

Streszczenie: Omówiono nowy wibrator bezwładnościowy przeznaczony jako napęd do przesiewaczy wibracyjnych o ruchu liniowym oraz przeanalizowano optymalizację nachylenia kąta działania siły wzbudzania.

Wstęp

Przesiewacz wibracyjny o ruchu liniowym można stosować w różnych układach technologicznych do przesiewania na sucho, odmulania, odwadniania i spłukiwania cieczy zawiesinowej.

Powszechnie dotychczas stosowane wibratory do napędu przesiewaczy o ruchu prostoliniowym stanowią zwartą skrzynię żeliwną (jedną lub dwie - w zależności od wielkości przesiewacza) z umieszczonymi w niej masami wirującymi oraz przekładnią zębatą. Skrzynia ta ustawiona i zamocowana jest na belce nośnej, poprzez którą siły wymuszające pochodzące od napędu bezwładnościowego (skrzyni) przenoszone są na ściany boczne rzeszota.

Belka nośna jak i skrzynia żeliwna, w której umieszczony jest napęd bezwładnościowy stanowią dodatkowe powiększenie masy przesiewacza, którą należy wprowadzić w ruch drgający. Dodatkowa masa wpływa na zmniejszenie się amplitudy drgań zakładając jednakową siłę wymuszającą, co ostatecznie powoduje zmniejszenie średniej prędkości materiału na sicie. Wpływa to na znaczne obniżenie skutecznej wydajności przesiewacza.

Napęd bezwładnościowy jak i belka nośna usytuowane w jednym ściśle określonym miejscu uniemożliwiają jakiekolwiek wzdłużne przesunięcie, co nie pozwala na dokładne określenie środka ciężkości. Jeżeli środek ciężkości jest niewłaściwie usytuowany w stosunku do punktów zawieszenia, wtedy amplituda drgań

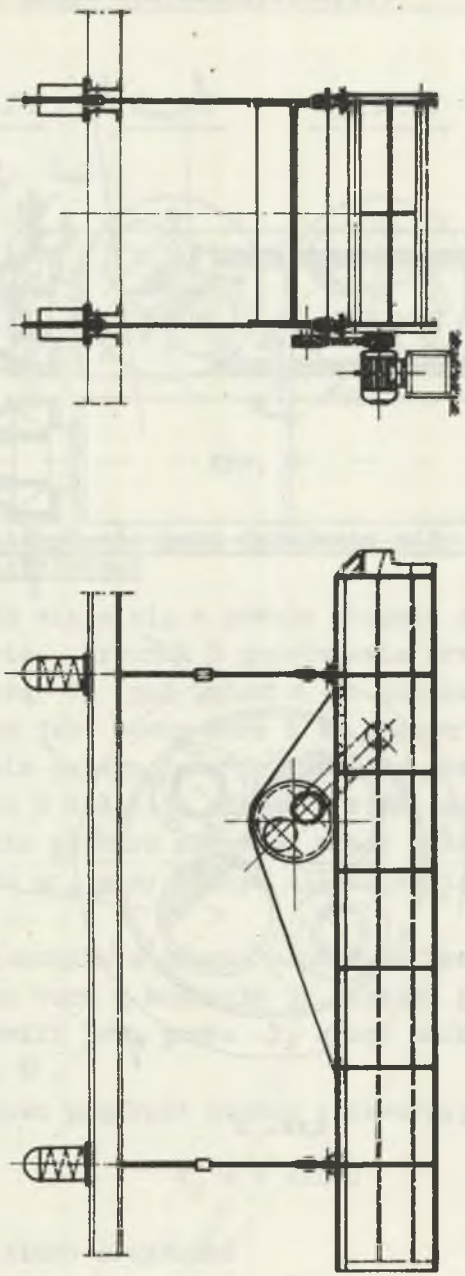
przy nadawie różni się od amplitudy przy końcu przesiewacza, co rzutuje na jakość pracy przesiewacza.

Celem nowego napędu jest wyeliminowanie ciężkiej belki nośnej, zmniejszenie ciężaru samego napędu bezwładnościowego oraz dokładne usytuowanie środka ciężkości całego przesiewacza.

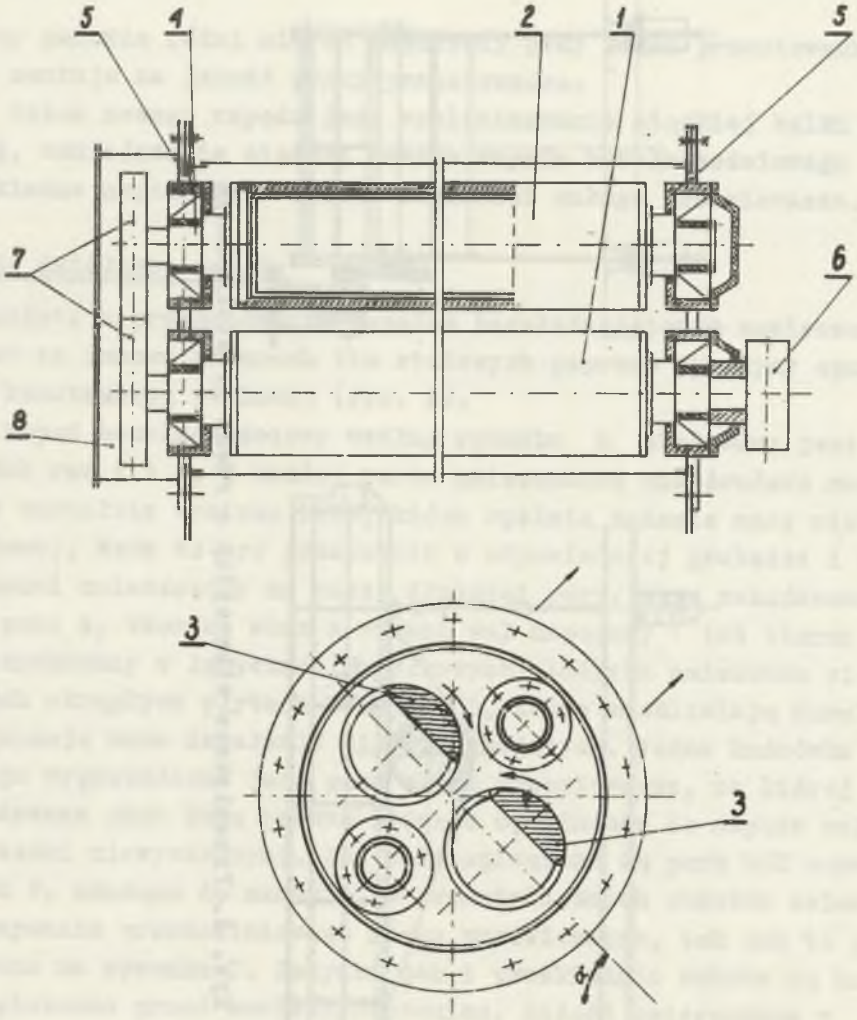
Opis działania napędu

Rzeszoto z przymocowanym napędem bezwładnościowym zawieszone jest za pomocą czterech lin stalowych poprzez sprężyny oparte na konstrukcji stalowej (rys. A).

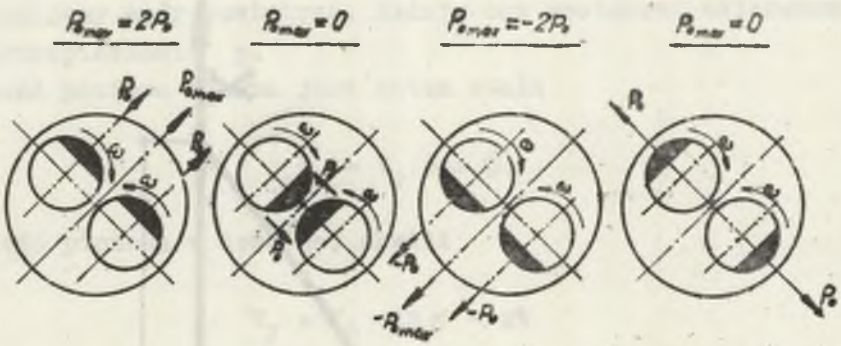
Napęd bezwładnościowy według rysunku B zbudowany jest z dwóch rur 1 i 2. W każdej rurze umieszczono mimośrodowo masę 3 w kształcie wycinka koła, która spełnia zadanie masy niewyważonej. Może to być płaskownik o odpowiedniej grubości i szerokości umieszczony na całej długości rury. Rury zakończone są czopami 4, tworząc wraz z rurami wał napędowy 1 lub bierny 2, ułożyskowany w łożyskach baryłkowych. Łożyska umieszcza się w dwóch okrągłych płytach bocznych 5, które umożliwiają dowolną regulację kąta działania sił wymuszających. Jedna końcówka czopu wyprowadzona jest poza obręb przesiewacza, na której zbudowane jest koło pasowo-klinowe 6, służące do napędu wałów z masami niewyważonymi. Oba wały sprzężone są parą kół zębatych 7, służące do nadania im przeciwbieżnych obrotów celem otrzymania prostoliniowego ruchu przesiewacza, tak jak to pokazano na rysunku C. Łożyska jak i przekładnia zębata są zabezpieczone przed zanieczyszczeniem. Całość umieszczono w osłonie przyspawanej do bocznych płyt napędu. Osłony te służą również jako miski olejowe, w których występuje smarowanie kół zębatych jak i łożysk tocznych poprzez rozbrysk oleju. Wały ułożyskowano w grubych płytach, a te z kolei mocuje się kołnierzowo do bocznych blach przesiewacza. Wały napędu bezwładnościowego umieszczono w podłużnie dzielonej osłonie. Sam napęd bezwładnościowy może być zabudowany jako wykonanie lewe lub prawe.



Rys. 4. Przesiewacz wibracyjny o ruchu prostoliniowym



Rys. B



Rys. C

Optymizacja nachylenia kąta działania siły wzbudzenia dla napędu bezwładnościowego

Optymizacja ta wiąże się w pewnym stopniu z optymizacją drogi ziarna na sicie. Rysunek D przedstawia drogę ziarna z prędkością początkową V_0 pod kątem α do poziomu. Zakładamy, że opór powietrza jest równy zeru i że jedyną siłą działającą na ziarno w czasie całego lotu jest mająca stałą wartość i skierowana pionowo w dół siła ciążenia równa mg. Z kinematycznego punktu widzenia głównym zadaniem pracy przesiewacza jest wyznaczenie kąta α, przy którym uzyskuje się największą drogę ziarna.

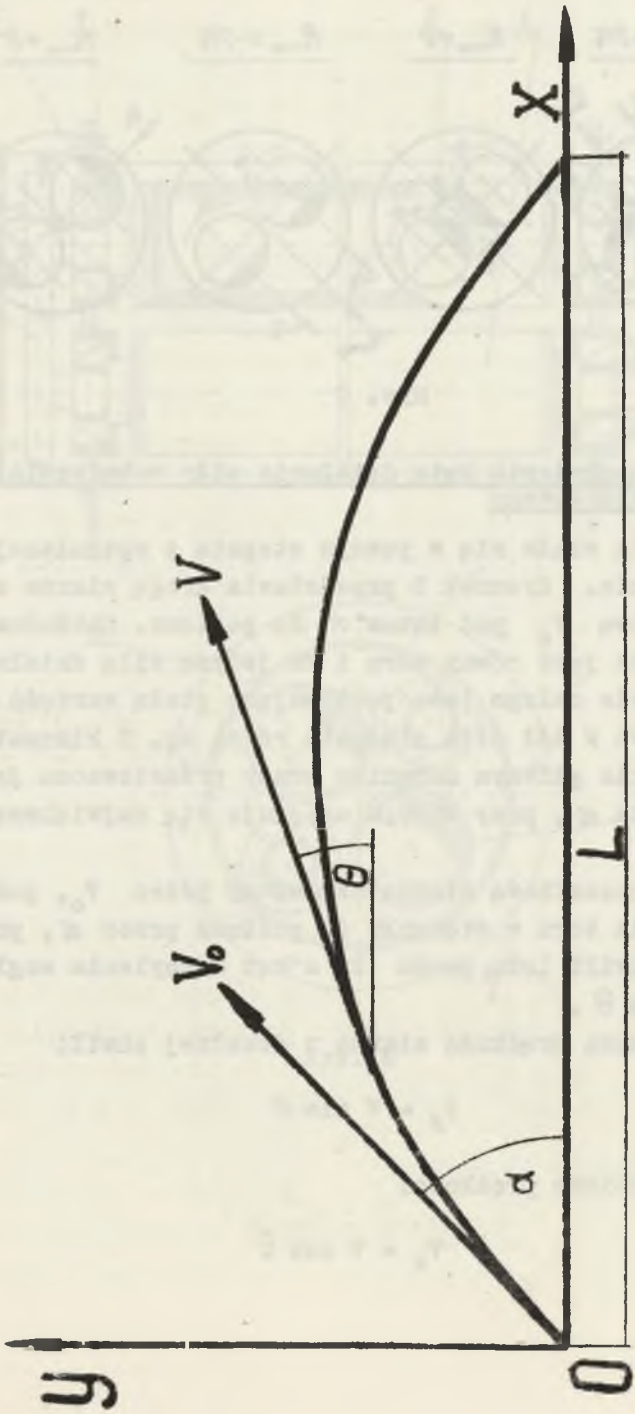
Prędkość początkową ziarna oznaczamy przez V_0, początkowy kąt nachylenia toru w stosunku do poziomu przez α, prędkość w dowolnej chwili lotu przez V, a kąt nachylenia względem poziomu przez Θ.

Składowa pionowa prędkość ziarna w dowolnej chwili

$$V_y = V \sin \Theta \tag{1}$$

a składowa pozioma prędkości

$$V_x = V \cos \Theta \tag{2}$$



Rys. D

Jedyną siłą działającą na ziarno jest siła ciążenia mg, ponieważ pomijamy opór powietrza. Nadaje ona pociskowi skierowane w dół przyspieszenie g.
Prędkość pozioma ziarna jest zatem stała

$$V_x = V_0 \cos \Theta \tag{3}$$

Prędkość pionowa w dowolnej chwili

$$V_y = V_0 \sin \alpha - gt \tag{4}$$

Odległość poziomą x od początku toru do miejsca, w którym znajduje się ziarno w dowolnej chwili znajdujemy z równania (3).

Odległość pozioma przebyta przez ziarno w chwili $t = 0$ z punktu $x = 0$ i lecący ze stałą prędkością poziomą V_x

$$x = V_0 t \cos \alpha \tag{5}$$

Przyspieszenie w kierunku pionowym jest stałe, prędkość początkowa - V_0, a początkowe wzniesienie ziarna w chwili $t = 0$ jest równe zeru.

Wzniesienie w dowolnej chwili wyraża wzór:

$$y = V_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} \tag{6}$$

Czas potrzebny na przebycie przez ziarno całego toru do punktu końcowego położonego na osi poziomej w odległości L od miejsca oderwania się ziarna od sita znajdujemy rozwiązując równanie (6) względem t. Przy $x = L$ oraz $y = 0$ otrzymujemy:

$$V_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} = 0$$

czyli

$$t^2 - \frac{2\,V_o}{g}\,t \sin\alpha = 0$$

lub

$$t - \frac{2\,V_o}{g} \sin\alpha = 0$$

Ostatecznie więc

$$t = \frac{2\,V_o}{g} \sin\alpha \qquad (7)$$

Podstawiając to wyrażenie na t do równania (5) otrzymujemy:

$$x = V_o \cos\alpha \frac{2\,V_o}{g} \sin\alpha$$

czyli

$$L = x = \frac{V_o^2}{g} \sin 2\alpha \qquad (8)$$

Maksymalną drogę ziarna L uzyskamy przy maksymalnej wartości $\sin 2\alpha$, a więc przy $2\alpha = 90^o$, czyli $\alpha = 45^o$, to znaczy gdy

$$\sin 2\alpha = 1$$

Wnioski końcowe

Wibrator bezwładnościowy zbudowany jest z dwóch rur, wewnątrz których znajdują się na całej długości mimośrodowo umieszczone masy niewyważone tworząc wraz z czopami wały, które są ułożyskowane w okrągłych płytach bocznych, a wały te tworzą układ przenoszący siły wymuszające napędu bezwładnościowego bezpośrednio na urządzenia napędzane. Całość ułożyskowana w dwóch okrągłych płytach 5 umożliwia dowolną regulację kąta działania sił wymuszających.

Przez rozłożenie mas niewyważonych na całej długości rury uzyskuje się znaczne obniżenie maksymalnego momentu gnącego,

co z kolei umożliwia zmniejszenie wymiarów i ciężaru ogólnego. Poza tym łożyskowanie na bocznych ścianach urządzenia napędzanego umożliwia wyeliminowanie ciężkiej belki nośnej. Zabudowanie napędu do przesiewaczy wibracyjnych o ruchu liniowym umożliwia przesuwanie i regulowanie środka ciężkości całego urządzenia. Regulacja ta może odbywać się przez przesuwanie wzdłuż przesiewacza blach bocznych, do których zamocowany jest wibrator bezwładnościowy.

Z analizy optymizacji napędu bezwładnościowego wynika, że nachylenie wektora działania siły wzbudzenia P_0 powinno wynosić 45°, bo wtedy otrzymujemy maksymalną drogę ziarna.

Prototyp wyżej opisanego przesiewacza bezwładnościowego wykonywany jest w Katedrze Przeróbki Mechanicznej Kopalin.