

Jerzy NAWROCKI, Tadeusz PIECUCH

NOWE KONCEPCJE MONTAŻU PRZESIEWACZY
NA ZAKŁADACH PRZERÓBczyCH POD KĄTEM
TŁUMIENIA DRGAŃ

Streszczenie. Przedyskutowano problem tłumienia drgań urządzeń typu przesiewaczy. Zaproponowano nową koncepcję montażu przesiewaczy, pozwalającą na znaczne wytłumienie drgań. Porównano ją z innymi, także nowymi koncepcjami. Uważa się, że proponowany sposób montażu, a tym samym tłumienia zbędnych drgań, ma szanse wdrożeniowe.

1. WSTĘP

Przesiewacze, jako urządzenia znajdujące się w czasie pracy w ustawicznej wibracji, stanowią zagrożenie dla miejsc, w których zostają zamontowane i mogą powodować niszczenie poziomów (pięter) oraz ścian budynku zakładu przeróbczego.

Prowadzone od wielu lat badania nad tym zagadnieniem idą głównie w kierunku szukania sposobów wytłumiania niepożądanych wibracji. Jak dotychczas nie udało się znaleźć skutecznych elementów wibroizolacyjnych dla tych urządzeń, a wibroizolatory stosowane dla maszyn i urządzeń innych typów [1, 2] nie zdają egzaminu w przypadku stosowania ich do wytłumiania drgań przesiewaczy.

Wibroizolacje takie stanowią głównie elementy typu podpórek podatnych sprężystych - budowanych przy zastosowaniu mas plastycznych (kauczuk) oraz różnego rodzaju gum lub sprężyn (resorów). Elementy te ulegają szybkiemu zniszczeniu ze względu na ich ograniczoną wytrzymałość zmęczeniową, nie wytrzymującą tak dużych obciążeń zmiennych, jak ma to miejsce przy pracy przesiewaczy [3].

Ponadto celem tzw. równoważenia dynamicznego stosuje się często zamocowania dodatkowych mas, które mogą częściowo - mniej lub więcej lecz nigdy całkowicie - tłumić niepotrzebne drgania.

Siła wzbudzenia wynikająca z dynamiki układu, a więc w przypadku przesiewacza z ruchem rzęszota [4], może być najogólniej określona równaniem:

$$P = \frac{G_3}{g} \cdot r_0 \omega^2,$$

gdzie:

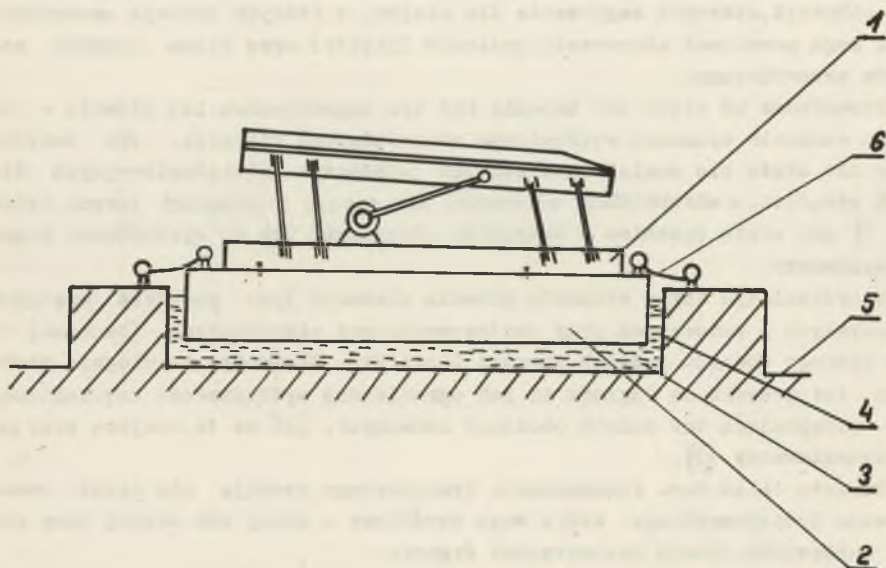
- P - wielkość siły dynamicznej,
- G_3 - ciężar rzeszota,
- r_0 - skok,
- w - częstość drgań,

i jest ona znaczna, wahając się w granicach średnio 2000 do 6000 kG dla przesiewaczy stosowanych najczęściej w zakładach przeróbki mechanicznej.

Dlatego też podjęto wysiłki zmierzające do znalezienia innych sposobów tłumienia tak znacznych sił, wynikających z wibracji układu - urządzenia typu przesiewacza dynamicznego, a więc pracującego z ruchomym rzeszotem.

2. PŁYWAKOWA KONCEPCJA TŁUMIENIA DRGAŃ

Propozycja tzw. pływakowego sposobu wytłumiania drgań jest przedstawiona schematycznie na rys. 1.



Rys. 1. Schemat ustawienia przesiewacza na płycie wyporowej

Przesiewacz dowolnej konstrukcji 1, ustawia się na płycie wyporowej 2, wykonanej z bardzo lekkiego materiału, najlepiej tworzywa lub w formie pojemnika powietrznego o określonej objętości wyporu takiej, że prze-

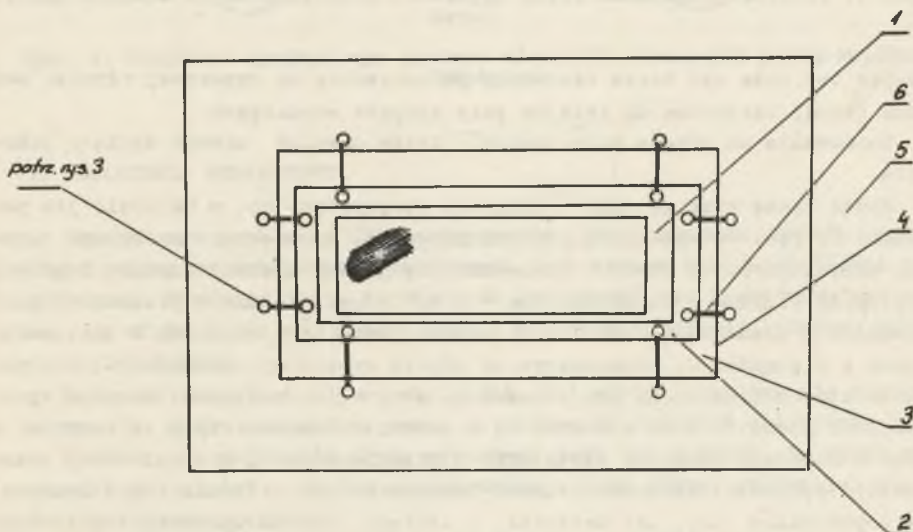
siewacz wraz z płytą wyporową unosi się w cieczy, najlepiej cieczy ciężkiej jednorodnej oleistej 3, o gęstości przekraczającej 1 g/cm^3 .

Ciecz ciężka, najlepiej jednorodna 3, znajduje się w zagłębieniu, tworzącym rodzaj basenu 4, który jest wybudowany na odpowiednim piętrze 5 zakładu przerobczego - gdzie ma być przesiewacz ustawiony.

Zwraca się uwagę, że ciecz ciężką może stanowić także ciecz zawieszinowa, przy czym wielkość ziarn obciążnika powinna być jak najmniejsza, tak że zawieszina zbliży się do roztworu koloidalnego [5]. Jest to dopuszczalne, gdyż lepkość nie będzie tu decydować (odwrotnie jak w separatorach). Gdyby maksymalne rozdrobienie ziarn obciążnika było niewystarczające i mimo tego ziarna by sedymentowały - można wówczas zastosować mieszanie mechaniczne, pneumatyczne lub ciągłe przetaczanie pompą cieczy.

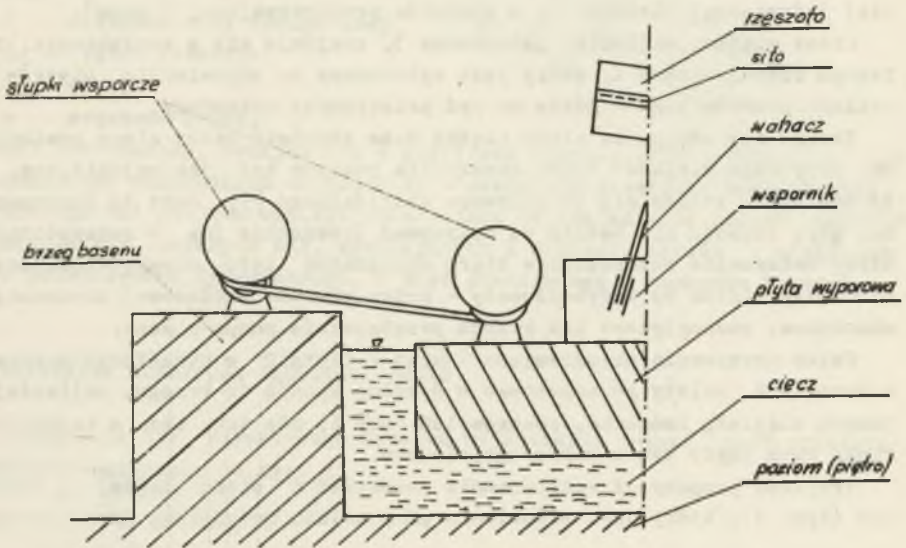
Celem utrzymania przesiewacza 1 wraz z płytą 2 w określonym położeniu w basenie 4, należy go zamocować w dowolny sposób do brzegu, najlepiej za pomocą cięgieł, łańcucha, resorów lub cumy 6, ale tak, aby w każdym kierunku ruch płyty był w miarę ograniczony.

Przykład propozycji rozlokowania zamocowań 6 widać lepiej na schemacie (rys. 2), który jest widokiem z góry układu mocującego przesiewacz.



Rys. 2. Schemat ustawienia przesiewacza na płycie wyporowej - widok z góry

Sposób umocowania płyty wyporowej, jak zaznaczono na schemacie (rys. 1), jest podobny do cumowania okrętów do nabrzeża, a więc lina (cuma) tworzy rodzaj pętli zakładanej na słupek wsporczy ustawiony na brzozy (rys. 3).



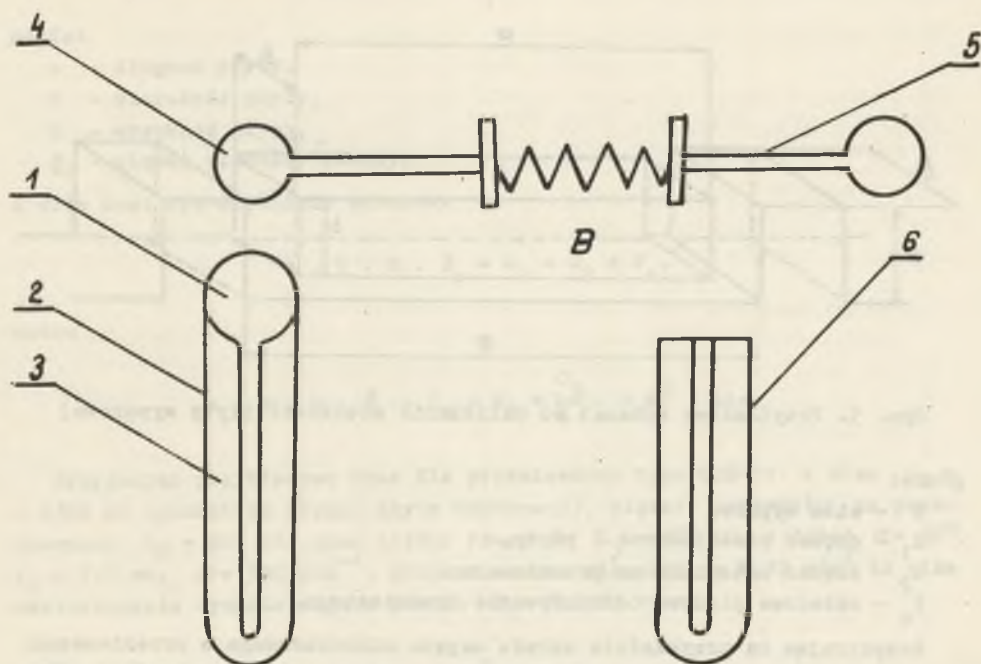
Rys. 3. Przykład cumowania płyty wyporowej przesiewacza do słupków wsporczych

Słupek ten może być także ustawiony jednocześnie na wyporowej płycie, zaś lina (cumo) zarzucona na kolejne pary słupków wsporczych.

Umocowanie na płycie może stanowić także dowolny uchwyt wygięty hakowato.

Można także cumę zastąpić elementem sprężystym, np. w układzie jak pokazano na rys. 4. Element A stanowi przewodnik zamocowany na brzegu basenu, przy czym przez otwór 1 wprowadza się główny element łączący B główką najlepiej kulistą 4 do przewodnika 3 i 6. Głównka kulista 4 prowadzona jest w szyjce 3 elementu A oraz C i za pomocą łącznika 5 elementu B jest połączona z elementem C, zamocowanym na płycie wyporowej. Element C nie posiada otworu typu wążki jak element A, a to celem możliwie łatwego wprowadzenia elementu B do elementu C, w momencie łączenia tych elementów, a więc w momencie łączenia płyty wraz z przesiewaczem i brzegu. Przy ewentualnym wykonawstwie tych urządzeń łączących (rys. 4), muszą być zachowane odpowiednie luzy, zaś materiał, z którego zostaną wykonane, musi być odpowiednio wytrzymały, głównie dlatego, aby szyjki 3 przewodników nie wyginały się w miejscu prowadzenia.

Uważa się, że problem wyboru najlepszego optymalnego rozwiązania tych połączeń mógłby zostać dopracowany przez konstruktorów, gdyby podjęto decyzje dotyczące wykonawstwa takiego układu.



Rys. 4. Przykład sprężystego zestawu elementów łączących płytę wyporową z brzegiem

3. OBLICZENIA PROJEKTOWE

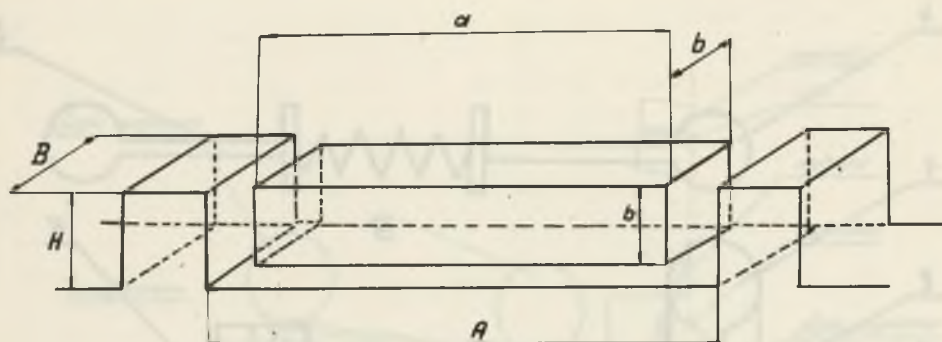
Zasadniczym problemem dla zastosowania proponowanego układu montażu przesiewaczy na zakładach przeróbczych jest sprawa doboru wielkości płyty wyporowej. Wiadomym jest, że wielkość (objętość) tej płyty będzie tym mniejsza, im większy uda się dobrać ciężar właściwy (gęstość) cieczy wprowadzonej do basenu.

Celem obliczenia i doboru wielkości tej płyty posłużymy się schematem na rys. 5, gdzie naniesiono pewne potrzebne do obliczeń wielkości.

Założmy, że pojemność płyty wyporowej jest tak dobrana, że wypór zrównoważył jej ciężar i ciężar przesiewacza a cała płyta utrzymuje się tuż pod powierzchnią cieczy.

Można więc napisać, że:

$$W = G_1 + G_2 + P_0.$$



Rys. 5. Przykładowy schemat do obliczania wielkości płyty woporowej

gdzie:

- W - siła wporu,
- G_1 - ciężar przesiewacza i płyty,
- G_2 - ciężar materiału na przesiewaczu,
- P_0 - składowa pionowa oddziaływania dynamicznego.

Rozpatrując na przykładzie układu napędu mimośrodowego w przesiewaczu, siłę przenoszoną przez ramę na konstrukcję wsporczą można określić składową poziomą

$$P_n = \frac{G_3}{g} \cdot r_0 \cdot \omega^2 \cdot \cos \alpha$$

i składową pionową

$$P_o = \frac{G_3}{g} \cdot r_0 \cdot \omega^2 \cdot \sin \alpha,$$

gdzie:

- G_3 - ciężar samego rzeszota,
- α - kąt nachylenia łącznika mimośrodowego.

Dla budowy bardziej niebezpieczna jest siła oddziaływania poziomego, gdyż siła pionowa działa w kierunku sztywnych podpór.

W obliczeniach przyjmuje się na ogół siłę dynamicznego oddziaływania, jako pewną siłę dodatkową, doliczaną do ciężaru przesiewacza [4].

Jest to obliczenie przybliżone, ale wystarczające dla celu i założenia niniejszego opracowania, pozwalające w sposób orientacyjny określić rząd wielkości gabarytów płyty woporowej.

Jak wiadomo, wielkość siły wporu będzie równa:

$$W = a \cdot b \cdot h \cdot \delta_c,$$

gdzie:

- a - długość płyty,
- b - szerokość płyty,
- h - wysokość płyty,
- δ_c - ciężar właściwy cieczy,

a więc musi być spełniony warunek:

$$a \cdot b \cdot h \cdot \delta_c = G_1 + G_2 + P_0,$$

zatem

$$a \cdot b \cdot h \cdot \delta_c = G_1 + G_2 + \frac{G_3}{g} \cdot r_0 \omega^2 \cdot \sin.$$

Przyjmując przykładowo dane dla przesiewacza typu CJM-11 a więc $G_1 = 2360$ kG (pominięto ciężar płyty woporowej), ciężar materiału na przesiewaczu $G_2 = 200$ kG oraz ciężar rzeszota $G_3 = 475$ kG, a dalej $\alpha = 30^\circ$, $r_0 = 7,5$ mm, $\omega = 580 \text{ min}^{-1}$, przyspieszenie ziemskie $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ to siła oddziaływania dynamicznego w pionie P_0 będzie równa:

$$P_0 = \frac{475 \cdot 0,0075 \cdot 73^2}{10} \cdot \frac{1 \text{ kG} \cdot \text{m}}{2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{s}^2} = 949 \text{ kG}$$

- około 949 kG, a więc siła wyporu w przybliżeniu osiągnie wartość

$$W = 949 + 200 + 2360 = 3509 \text{ kG} = 3,5 \text{ tony.}$$

Można więc napisać, że dla przesiewacza typu CJM-11

$$a \cdot b \cdot h \cdot \delta_c = 3509.$$

Uczynmy dalsze założenie, że ciecz znajdująca się w basenie jest wodą, więc $\delta_c = 1$, czyli można napisać

$$a \cdot b \cdot h = \frac{3509 \text{ kG}}{1000 \text{ kG/m}^3}$$

$$a \cdot b \cdot h = 3,5 \text{ m}^3$$

Przyjmijmy, że płyta ma 1 m wysokości, a więc dla $h = 1$ m, otrzymamy powierzchnię tej płyty równą:

$$a \cdot b = \frac{3,5 \text{ m}^3}{1,0 \text{ m}}$$

$$a \cdot b = 3,5 \text{ m}^2.$$

Uwzględniając gabaryty przesiewacza (pow. sita $1,9 \text{ m}^2$, szer. $0,8 \text{ m}$), przyjmijmy jej szerokość $b = 1,1 \text{ m}$, po czym obliczmy długość

$$a = \frac{3,5 \text{ m}^2}{1,1 \text{ m}} = 3,19 \text{ m}.$$

Tym samym mamy zaprojektowaną wielkość płyty $3,19 \times 1,1 \times 1,0$.

Jeżeli zastosuje się ciecz ciężką, wówczas pojemność (gabaryty) płyty będzie maleć ($\delta_c > 1$). Tablica 1 - podaje wielkości pojemności takiej płyty, w zależności od ciężaru właściwego cieczy, obliczone na przykładzie przesiewacza CJM-11.

Z przedstawionych w tablicy 1 danych widać, że np. dla cieczy o ciężarze właściwym równym $1,8 \text{ G/cm}^3$, pojemność płyty wyporowej zmaleje z $3,5 \text{ m}^3$ do ok. $1,9 \text{ m}^3$, a więc znacznie.

W oparciu o powyższe dane, można w przybliżeniu określić wielkość basenu dla tej płyty. Objętość takiego basenu musi być co najmniej dwukrotnie większa od pojemności płyty wyporowej.

Przyjmując ten warunek można napisać, że:

$$2a \cdot b \cdot h = A \cdot B \cdot H,$$

gdzie:

- A - długość basenu,
- B - szerokość basenu,
- C - wysokość basenu.

Jeżeli przykładowo kierując się gabarytami rozpatrywanego tu przesiewacza CJM-11 przyjmijmy długość basenu $A = 3,8 \text{ m}$ oraz szerokość $B = 1,3 \text{ m}$, to poszukiwany trzeci wymiar głębokości będzie równy

$$H = \frac{2 \cdot a \cdot b \cdot h}{A \cdot B} = \frac{3,19 \cdot 1,1 \cdot 1,0}{3,8 \cdot 1,3} = 1,31 \text{ m}$$

około $1,31$ metra.

Przedstawiony powyżej przykład przeliczenia, zmierzający do określenia gabarytów płyty, stanowić może ogólną wytyczną dla opracowania pełnej receptury obliczeń projektowych.

Omówiony sposób wytłumiania drgań przesiewaczy dzięki ich odpowiedniemu zamontowaniu powinien pozwolić na budowę przesiewaczy o lżejszej konstrukcji nośnej w ogóle, być może pozwoli na pozbycie się w niektórych rozwiązaniach zawieszania dodatkowych mas wyrównoważających układ oraz na pewno w bardzo poważnym stopniu zmniejszy uciążliwy hałas panujący w za-

kładach przeróbczych. Nie zużywa się tu żadnej dodatkowej energii. Zwiększy się oczywiście ogólne bezpieczeństwo budowli.

Reasumując - poprawi się warunki BHP na zakładzie. Gdyby w przyszłości budowano zakłady przerobcze pod ziemią, czego nie można wykluczać, taki montaż rozwiązałby wpływ wibracji na górotwór.

Autorzy zdają sobie sprawę z faktu, że przedstawiona koncepcja jest śmiała, a przez to na pewno kontrowersyjna oraz w pewnym stopniu dyskusyjna - aczkolwiek na tyle ciekawa, by móc ją przedstawić w formie publikacji.

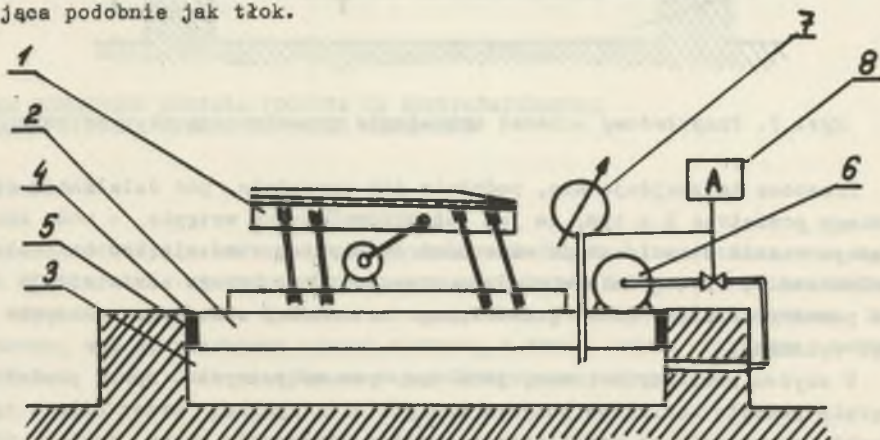
Tablica 1

Pojemność płyty m^3	Ciężar właściwy cieczy G/cm^3
3,50	1,0
2,91	1,2
2,50	1,4
2,18	1,6
1,94	1,8

4. INNE KONCEPCJE TLUMIENIA DRGAŃ

Przedstawiona powyżej alternatywa rozwiązania problemu nie jest jedyną koncepcją poszukiwań prowadzonych przez autorów.

Rozważa się także sposób ustawienia przesiewacza 1 na płycie wyporowej, lecz wypieranej nie w wyniku działania wyporu archimedesowskiego lecz w wyniku działania ciśnienia (rys. 6). Jest to płyta pneumatyczna 2, działająca podobnie jak tłok.

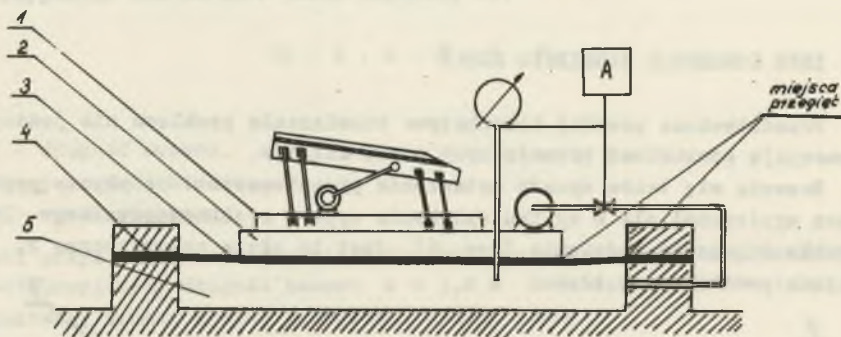


Rys. 6. Przykładowy schemat ustawienia przesiewacza na ciśnieniowej płycie wyporowej

Płyta ta musi być uszczelniana, najlepiej pierścieniami uszczelniającymi 4 (np. typu zimering), na granicy styku z brzegiem basenu 5, tak aby powietrze tworzące rodzaj poduszki powietrznej 3, nie wypływało nadmiernie przez nieszczelności powstające między płytą a brzegiem. W rozwiązaniu takim musi istnieć stałe połączenie z przewodem sprężonego powietrza włączanego ze sprężarki 6, która także powinna być umieszczona na płycie 2 (znaczące wibracje), przy czym należy zastosować układ automatycznego włączania i wyłączania dopływu sprężonego powietrza, przy ustalonym ciśnieniu roboczym powietrzni, dzięki połączeniu układu automatycznego 8 z miernikiem ciśnienia 7.

Sugeruje się, że wadą takiej koncepcji zamontowania przesiewacza na płycie będzie brak możliwości nawet częściowego tłumienia drgań pochodzących od siły dynamicznej poziomej P_n , która będzie niszczyć zarówno uszczelnienie jak i nabrzeże basenu.

Chcąc ominąć ten problem można rozważyć ustawienie płyty woporowej na przeponie (rys. 7); przesiewacz 1 spoczywa tu na płycie 2, która z kolei ustawiona jest na przeponie 3, wykonanej z gumy lub z tworzywa. Przepona 3 musi być umocowana szczelnie do brzegów basenu 4 - co zaznaczono na rysunku.



Rys. 7. Przykładowy schemat ustawienia przesiewacza na przeponie

Przepona ta znajduje się, podobnie jak uprzednio, pod działaniem sprężonego powietrza 5 z tym, że jak już wspomniano na wstępie - może ona po pewnym czasie stracić swoje własności sprężyste, stać się krucha i ulegać zniszczeniu, szczególnie w miejscu przecięć przy brzegu. Istnieje tu także poważny problem doboru jakościowego materiału, z którego przepona ma być wykonana.

W obydwu powyższych koncepcjach tzw. pneumatycznych (spr. powietrze) będzie ponadto konieczne zużycie energii elektrycznej przez silnik sprężarki, co wpłynie na podniesienie kosztów utrzymania ruchu takich układów. Dlatego rozwiązanie z płytą woporową jest korzystniejsze, aczkolwiek nie wyklucza się rozwiązań pneumatycznych.

5. WNIOSKI

Z przeprowadzonych powyżej koncepcyjnych rozważań zagadnienia, odniesionych głównie do urządzeń przeróbczych typu przesiewaczy, a więc pracujących z silną wibracją, można wyciągnąć pewne ogólne wnioski:

1. Istnieje możliwość tłumienia drgań przez zastosowanie płyty woporowej, utrzymującej się w basenie z cieczą.

2. Gabaryty basenu będą rzędu wielkości dopuszczalnych do wybudowania na poziomie budynku zakładu przeróbki mechanicznej.

3. Uważa się, że po dopracowaniu szczegółów wykonawstwa samej płyty, doboru materiału, z którego będzie wykonana oraz jej umocowania, można będzie uzyskać wytłumienie zbędnych drgań przesiewaczy przez co taki sposób montażu przesiewaczy może znaleźć ewentualne praktyczne zastosowanie.

4. Sposób montażu przesiewaczy na płycie woporowej, a przez to tłumienia drgań, ma więcej zalet i jest prostszy od sposobu pneumatycznego.

5. Wydaje się celowe prowadzenie dalszych prac w kierunku wskazanym przez niniejsze opracowanie.

LITERATURA

- [1] Grabowski J.: Wibroizolatory. Katalog - BIPRON - Zabrze.
- [2] Grabowski J.: Przegląd wibroizolatorów. Przegląd Mechaniczny 3/1975.
- [3] Nawrocki J.: Naprawa i montaż maszyn przeróbczych. Skrypt Politechniki Śląskiej Nr 411 - 1973.
- [4] Dietrych J.: Teoria i budowa przesiewaczy. WG-H Katowice 1962.
- [5] Łaskowski T.: Wzbogacanie kopalin w cieczach ciężkich. WG-H Katowice 1958.

НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ МОНТАЖА ГРОХОТА НА ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДАХ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ГЛУШЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ

Р е з ю м е

В статье обсуждается проблема глушения колебаний в устройствах типа грохот. Предлагаемая новая концепция монтажа грохотов позволяет на значительное глушение колебаний. Сравнено её с другими, тоже новыми концепциями. Полагается, что предлагаемый способ монтажа, а также самым глушение лишних колебаний, может быть внедрён на перерабатывающих заводах.

NEW CONCEPTS OF ASSEMBLING SIFTERS
IN PROCESSING WORKS IN THE LIGHT
OF SHOCK ABSORPTION

S u m m a r y

The problem of shock absorption in devices of sifters type has been discussed and a new concept of assembling of such sifters, allowing to reduce vibration to a great extent, has been introduced. The new concept in question has also been compared with other newly introduced methods. Yet it has been found that the new assembling suggested in the paper has a great advantage and chance to be applied in raw-materials industry.