

# Pytanie do eksperta



## Czy wibroizolacja urządzeń HVAC jest konieczna?

Projektanci często zadają pytanie o to, czy warto stosować wibroizolację skoro wiąże się z dodatkowymi kosztami oraz czy jest konieczna, jeżeli użytkownicy rzadko się o nią upominają.

Wielu inwestorów, którzy często nie mają odpowiedniej wiedzy technicznej, jest przekonanych, że klimatyzator, pompa ciepła lub inne urządzenie techniczne muszą powodować hałas strukturalny. Godzą się na to, ponieważ korzyści wynikające z pracy urządzenia przewyższają ewentualny dyskomfort związany z hałasem lub drganiami. Inni zakładają, że odpowiednie zabezpieczenia zostały zastosowane w urządzeniach już na etapie ich produkcji lub montażu. Niestety najczęściej dopiero w trakcie eksploatacji odkrywają, że tak nie jest.



Pompa ciepła zabezpieczona za pomocą wibroizolatorów sprężynowych

Przed hałasem generowanym drogą materiałową można się zabezpieczyć za pomocą odpowiednio dobranej wibroizolacji. Drgania rozchodzące się w ciałach stałych, np. ścianach budynku, nie tylko mogą generować hałas, lecz także dodatkowo go wzmacniać. W budynku ze względu na specyficzny układ przegród zdarza się, że urządzenie, np. klimatyzator, w pomieszczeniu, w którym się znajduje, nie jest głośne, ale przenoszące się drgania generują hałas w zupełnie innym miejscu obiektu. W takiej sytuacji nie jest to już tylko problem użytkownika/właściciela urządzenia, ale również innych osób znajdujących się w strefie niepożądanych oddziaływań.

Człowiek narażony na drgania odczuwa dyskomfort. Wibracje powodują ogólne zmęczenie oraz problemy z koncentracją.

Drugim ważnym zadaniem izolacji drgań jest ochrona budynków. Obiekty budowlane mogą być poddawane różnego rodzaju oddziaływaniom dynamicznym, które powinny być uwzględniane w obliczeniach projektowych i diagnostyce budowli. W całym cyklu życia budynków, począwszy od procesu budowy, oddziałują na nie drgania. Na etapie eksploatacji, zarówno budynki, jak również i ludzie w nich przebywający są narażeni na drgania m.in. spowodowane pracą urządzeń mechanicznych, wynikających z technicznego wyposażenia budynku, w tym również urządzenia wentylacyjne i klimatyzacyjne. Długotrwałe oddziaływanie wibracji na budynek może źle wpływać na jego stan techniczny. Mogą pojawiać się pęknięcia, które nie tylko szpecą ściany, lecz także w skrajnych przypadkach mogą prowadzić do katastrofy budowlanej, wywołanej osłabieniem konstrukcji. Lekkie konstrukcje są również bardzo wrażliwe na drgania. Dotyczy to przede wszystkim budynków żelbetonowych z wielkopowierzchniowymi elewacjami ze szkła.

Zastosowanie wibroizolacji umożliwia spełnienie wymogów prawa budowlanego. Dzięki prawidłowo dobranej izolacji spełnione zostają wymagania zarówno przepisów ochrony środowiska i BHP, jak również wymogi normy akustycznej PN-B-02151 i Warunków Technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Zastosowanie izolacji drgań ma również duży wpływ na podwyższenie wartości lokalu/obiektu. Nie bez znaczenia jest wpływ wibracji na inne urządzenia. Drgania mogą powodować zakłócenia wskazań (np. wagi) lub mogą mieć negatywny wpływ na samą pracę. Elastyczne posadowienie urządzenia, które ma być chronione (izolacja bierna) lub urządzenia zakłócającego (izolacja czynna) w dłuższej perspektywie przynoszą wymierne korzyści ekonomiczne. Dzięki ochronie przeciwdrganiowej można podnieść wydajność procesów produkcyjnych w zakładach, np. wydłużając czas między przeglądami technicznymi.

Ważnym argumentem przemawiającym za stosowaniem wibroizolacji, zwłaszcza dla wykonawców, są reklamacje. Zastosowanie wibroizolacji technicznego wyposażenia budynków zmniejsza ryzyko występowania reklamacji związanych z oddziaływaniem wibracji na otoczenie. W niektórych sytuacjach zainstalowanie wibroizolacji po fakcie (np. pod fundamentami maszyn, zmiana przebiegu instalacji ze względu na brak miejsca na zastosowanie wibroizolatorów itp.) pociąga za sobą wysokie koszty lub jest niemożliwe. Oprócz kosztów materialnych, związanych z usunięciem problemu wibracji, często powstają „koszty” w postaci utraty zaufania do wykonawcy, co może się bezpośrednio przełożyć na utratę klientów.

Zastosowanie wibroizolacji daje wymierne korzyści, jednak trzeba pamiętać, by dobrze rozpoznać potrzeby użytkownika. Aby wibroizolatory spełniły swoją funkcję i były skuteczne, muszą być zawsze dobierane indywidualnie do konkretnego urządzenia.

### Zasady doboru wibroizolatorów

Aby prawidłowo dobrać wibroizolatory, niezbędne są następujące informacje:

- › **rodzaj maszyny** – określa to charakter drgań z jakimi mamy do czynienia, bo inne drgania generuje wentylator a inne prasa,
- › **ciężar całkowity maszyny i liczba otworów w podstawie** (liczba punktów podparcia), pozwala to na wstępny dobór obciążeń jednostkowych wibroizolatorów i ich liczby,
- › **częstotliwość i kierunek drgań maszyny** wynikająca np. z prędkości obrotowej silnika, wirnika itp. oraz położenia osi obrotu elementów wirujących, co pozwala na dobór wibroizolatorów o takiej częstotliwości drgań własnych i konstrukcji, które zapewnią optymalną skuteczność wibroizolacji,
- › **geometria urządzenia** rzutuje na konieczność stosowania wibroizolatorów z zabezpieczeniami na wypadek pojawienia się sił poprzecznych lub wykonania konstrukcji pośredniej, która pozwoli na zwiększenie rozstawu izolatorów,



Drgania przewodów rurowych można skutecznie izolować za pomocą wibroizolatorów podwieszanych

- › **geometria otworów w podstawie**, np. przelotowe niegwintowane lub gwintowane, nieprzelotowe gwintowane itp. determinuje późniejszą możliwość przymocowania wibroizolatora do urządzenia/konstrukcji,
- › **wymagania specjalne**, np. kontakt z żywnością, agresywne środowisko, wysoka temperatura, oddziaływanie wiatru itp., co umożliwi dobór takich wibroizolatorów, które zapewnią właściwe funkcjonowanie, odpowiednią trwałość w określonych warunkach środowiskowych i bezpieczeństwo użytkowania.

Liczba wibroizolatorów jest najczęściej dobierana na podstawie ciężaru urządzenia i jego gabarytów. Gdy izolowana konstrukcja jest sztywna, to dystans między nimi nie powinien być większy niż 1,5 m. Określając przewidywane obciążenie jednostkowe wibroizolatorów, należy mieć na uwadze, że rozstawienie otworów w podstawach urządzeń nie zapewnia zazwyczaj równomiernego obciążenia wibroizolatorów. Aby nie dopuścić do niezamierzonego przeciążenia niektórych wibroizolatorów, zaleca się w praktyce, aby przyjęte średnie obciążenie wibroizolatora nie przekraczało 50÷70% maksymalnego obciążenia jednostkowego. Trzeba się tylko liczyć z tym, że w związku z przewymiarowaniem pogorszą się parametry izolacji (wzrośnie częstotliwość drgań własnych).

Niektóre z urządzeń nie są przystosowane do bezpośredniego montażu na wibroizolatorach. Dlatego też dla wentylatorów i podobnych maszyn, których podstawa nie jest odpowiednio sztywna i przystosowana do ustawiania na wibroizolatorach, stosowane są ramy pośrednie lub fundamenty. W układzie tym ma-



Centrala wentylacyjna zlokalizowana na dachu zabezpieczona za pomocą wibroizolatorów przed przenoszeniem drgań na konstrukcję budynku

szyna przykręcana jest swoją podstawą do ramy pośredniej, a ta z kolei ustawiana jest na wibroizolatorach. Wskazane jest, aby tego typu maszyny były dostarczane wraz z ramą i wibroizolatorami przez ich wytwórców. Uwaga ta dotyczy głównie producentów wentylatorów. W praktyce jednak często zachodzi konieczność wibroizolacyjnego ustawienia wentylatora we własnym zakresie. W takim przypadku, znając niezbędny zakres wymagań dotyczących wibroizolacji, ramę pośrednią można wykonać we własnym zakresie lub by uzyskać właściwe posadowienie jej projekt zlecić specjalistycznej firmie. Chcąc samemu prawidłowo ustawić wentylator na wibroizolatorach, należy znać przynajmniej podstawowe wymagania, które powinno spełniać posadowienie wibroizolacyjne. Jednym z takich wymagań jest zastosowanie odpowiednio sztywnej ramy, a następnie prawidłowy dobór wibroizolatorów. Dobierając sztywności ramy podporowej, należy uwzględnić oprócz obciążenia statycznego, również wymagania wynikające z częstotliwości drgań wymuszonych maszyny. Dla większości przypadków, rama pośrednia może być wykonana z profili walcowanych, np. ceowników. Bardzo często smukła konstrukcja pomp z napędem o pionowej osi obrotu wymusza stosowanie konstrukcji pośredniej. Dobrze, by taki element (np. betonowy cokół) miał masę co najmniej dwa razy większą niż izolowany obiekt. Dobór wibroizolatorów w głównej mierze zależy od obciążenia statycznego oraz prędkości obrotowej elementów wirujących.

Dla urządzeń o drganiach wymuszonych okresowo zmiennych, jako wskaźnik efektywności określany jest współczynnik przenoszenia ( $T$ ), będący ilorazem amplitu-

dy siły przeniesionej na podłoże ( $F_p$ ) i amplitudy siły wymuszającej ( $F_o$ ). Wylicza się go z następującej zależności:

$$T = \frac{F_p}{F_o} = \frac{F_p}{\mu^2 - 1}$$

Przy czym  $\mu = \frac{n}{f}$  gdzie:

$n$  – częstość wymuszająca,

$f$  – częstość drgań własnych układu posadowionego na wibroizolatorach, którą wyznacza się z następującej zależności:

$$f = \frac{5}{\sqrt{\lambda_{st}}} [\text{Hz}]$$

$$f = \frac{300}{\sqrt{\lambda_{st}}} [\text{obr/min}]$$

gdzie:

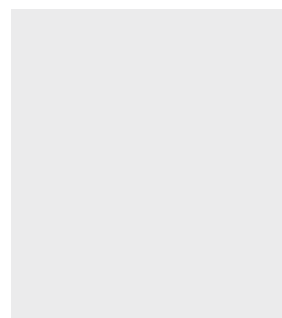
$\lambda_{st}$  – ugięcie statyczne wibroizolatorów [cm]

W praktyce często posługuje się wskaźnikiem skuteczności wibroizolacji ( $\eta$ ) wyrażonym w %.

$$\eta = (1 - T) 100 [\%]$$

Doboru wibroizolatorów należy dokonać tak, by zapewnić w przybliżeniu jednakowe ich ugięcie. Z tego też względu należy w miarę dokładnie określić obciążenie we wszystkich punktach podparcia (obciążenie każdego wibroizolatora).

Zaleca się, by współczynnik  $\mu$  zawierał się w granicach 3÷6 co w przybliżeniu odpowiada skuteczności wibroizolacji w granicach 87÷97%. Co prawda przy jeszcze wyższym współczynniku  $\mu$  skuteczność wibroizolacji będzie jeszcze wyższa (ale już nieznacznie), za to wzrosną również prędkości drgań elementów mechanicznych maszyny, co z kolei ma wpływ na żywotność niektórych elementów a szczególnie łożysk.



**Janusz Łastawiecki**  
Wibroizolacje