

Brecon Vibrationstechnik GmbH, 50933 Kolonia, Niemcy

# Prosty pomiar częstotliwości i amplitudy drgań

Technika wibrowania odgrywa dużą rolę prawie w większości gałęzi przemysłu, a szczególnie w transporcie materiałów i wyrobów oraz przemyśle betonowym. Niemniej jednak technikę wibrowania wykorzystuje się nie tylko do zagęszczania i poprawy właściwości mechanicznych betonu. Wszystkie czekolady, wiele odlewanych tworzyw sztucznych, a także materiały sypkie zagęszcza się poprzez wibrowanie. Przy właściwym zastosowaniu wibrowanie pozwala poprawić płynność materiałów zarówno ciekłych jak i stałych. Wartościami charakteryzującymi proces wibrowania są: amplituda i częstotliwość drgań. Obie razem decydują o energii drgań wprowadzanej do wibrowanego medium.

■ Georg Conrads, Brecon Vibrationstechnik GmbH,  
Niemcy ■

Źle dobrana częstotliwość drgań podczas zagęszczania betonu może nie doprowadzić do pożądanego efektu. Podobnie dzieje się w przypadku, gdy częstotliwość wprawdzie się zgadza, ale w wyniku zbyt małej masy zamachowej wytworzona amplituda nie pasuje do wibrowanego medium. Wibrowane medium najczęściej składa się z mieszaniny ziaren różnej wielkości. Ziarna drobniejsze zasadniczo wymagają wyższej częstotliwości niż ziarna większe, więc w przypadku zagęszczania mieszanki betonowej przydaje się możliwość regulacji częstotliwości w trakcie procesu zagęszczania.

## Analiza błędów w przypadku wad wyrobów

Dopóki pożądaný efekt jest osiągnięty, dopóty wartości charakteryzujące wibrowanie nie mają dla użytkownika żadnego znaczenia. Dopiero wtedy, gdy końcowe wyroby mają wady, amplituda i częstotliwość drgań stają się kluczowymi czynnikami przy usuwaniu usterek. Nie bez znaczenia może okazać się także zsynchronizowanie dwóch lub więcej silników wibracyjnych, gdyż w określonych przypadkach częstotliwości wibratorów mogą negatywnie wpły-

wać na siebie nawzajem. Niemniej jednak zsynchronizowane działanie napędów wibracyjnych można stwierdzić tylko za pomocą wysokiej klasy i odpowiednio drogiego stroboskopu (rys. 1).

Z punktu widzenia techniki pomiaru sytuacja komplikuje się jeszcze bardziej, gdy trzeba określić amplitudę w kilku różnych punktach jednocześnie lub gdy wymagane jest przeanalizowanie drgań jednej z części maszyny w określonym przedziale czasowym. Dlatego pomiar zsynchronizowanego działania wibratorów jest dla użytkownika zazwyczaj niemożliwy.

## Proste przyrządy pomiarowe dla użytkownika

Istnieją jednak proste sposoby, za pomocą których użytkownik może wystarczająco dokładnie określić częstotliwość i amplitudę drgań napędów wibracyjnych, i na tej podstawie ewentualnie już stwierdzić przyczynę zmian.

### Pomiar amplitudy

Za pomocą niewielkiego przyrządu, tak zwanego „Brecon Magnet” (rys. 2) można szybko zmierzyć amplitudy wynoszące od 1 do 10 mm z dokładnością do ok. pół milimetra. „Brecon Magnet” składa się z dwóch silnych okrągłych magnesów, przyklejonych

do aluminiowej płytki z dziesięcioma nadrukowanymi okręgami o średnicy 1-10 mm. Po przyłączeniu przyrządu do stalowej powierzchni wykonującej drgania okresowe sinusoidalne, okręgi na płytce widoczne są podwójnie, w punktach największego wychylenia.

Podwójnie widoczne okręgi, które stykają się ze sobą tylko w jednym punkcie niczym dwie kule bilardowe, pokazują amplitudę drgań.

Techniczne pojęcie „amplituda” jest tutaj świadomie użyte niepoprawnie, gdyż potocznie amplituda często mylnie jest z całą szerokością drgań. W rzeczywistości amplituda jest równa tylko połowie pełnego drgania sinusoidy.

Jeżeli podwójnie widoczne okręgi np. o średnicy 4 mm jeszcze się nie stykają, a kolejne podwójne okręgi np. o średnicy 5 mm już lekko na siebie nachodzą, to amplituda wynosi ok. 4,5 mm.

### Pomiar częstotliwości

Do pomiaru częstotliwości również istnieje mały przyrząd pomocniczy. Przyrząd składa się z drutu ze stali sprężynowej, który przy zbliżeniu do drgającego elementu wpada w rezonans. Długość drutu reguluje się do momentu, w którym zaczyna się on bardzo silnie wychylać. ▶



1: Dokładny pomiar częstotliwości, amplitudy i zsynchronizowania wymaga kosztownych urządzeń pomiarowych.



2: „Brecon Magnet” umożliwia szybki pomiar amplitudy.



3: Przyrząd pomocniczy do określania częstotliwości, w stanie spoczynku.



4: Drgania rezonansowe wskazują chwilową wartość częstotliwości.

Na rys. 3 przedstawiono właśnie taki przyrząd. Obrót górnej części przyrządu powoduje wysunięcie się drutu z obudowy. Przyrząd wyposażony jest w skalę, z której można odczytać częstotliwość drgań w momencie, w którym drut wpada w rezonans (rys. 4).

Wspólną cechą obu małych przyrządów pomocniczych jest to, że działają bez zasilania energią elektryczną i mieszczą się w każdej kieszeni. Zakres pomiaru przyrządu do mierzenia częstotliwości wynosi od 800 do 20 000 drgań na minutę.

Możliwości zastosowania są jednak ograniczone ze względu na przybliżony wynik pomiaru. Nie da się ocenić przede wszystkim małych amplitud wynoszących poniżej jednego milimetra, zazwyczaj wykorzystywanych podczas zagęszczania ciekłych mieszanek betonowych. W takich przypadkach potrzebna jest pomoc specjalisty.

#### Wykorzystanie przetwornicy częstotliwości

Użytkownicy, którzy sterują silnikami wibracyjnymi swoich linii za pośrednictwem elektronicznych przetwornic, mogą odczytać na nich częstotliwość prądu. Wiedząc, z jakim silnikiem trójfazowym mamy do czynienia (2-stykowym lub 4-stykowym), możemy dość dokładnie określić częstotliwość drgań. W przypadku silników 2-stykowych częstotliwość drgań mechanicznych jest mniej więcej równa częstotliwości prądu. Dla 4-stykowych silników częstotliwość drgań mechanicznych jest o połowę mniejsza od częstotliwości prądu. Najbardziej znanym przykładem jest silnik 200 Hz pracujący z prędkością około 6 000 obrotów na minutę, co odpowiada częstotliwości drgań mechanicznych wynoszącej 100 Hz (6000/60). Cechą wspólną wszystkich silników trójfazowych jest jednak to, że rzeczywista prędkość obrotowa jest mniejsza od znamionowej. Dlatego wskazanie na przetwornicy częstotliwości może być sposobem wyznaczania jedynie przybliżonej częstotliwości drgań.

#### Zsynchronizowane działanie wibratorów

Istnieje jednak jeden wyjątek. Dostępne od 2004 roku wibratory o zsynchronizowanym działaniu są jedynymi na świecie wibratorami wykorzystywanymi do zagęszczania ciekłych mieszanek betonowych, w przypadku których faktycznie można w dowolnym momencie precyzyjnie odczytać częstotliwość drgań bezpośrednio na przetwornicy częstotliwości, gdyż działają w sposób absolutnie zsynchronizowany z częstotliwością wskazywaną na przetwornicy. A ponieważ wibratory są 2-stykowe, to wskazywana częstotliwość prądu jest taka sama jak częstotliwość drgań mechanicznych. Dzięki temu nie tylko wszystkie przyrządy pomiarowe stają się zbędne, lecz również zapewniona jest absolutna powtarzalność w najważniejszym procesie, czyli zagęszczaniu mieszanki betonowej.

#### Wniosek

Wartości charakteryzujące drgania, amplitudę i częstotliwość można w praktyce wystarczająco dokładnie zmierzyć za pomocą małych przyrządów pomocniczych. W przypadku instalacji, w których silniki wibracyjne zasilane są za pośrednictwem przetwornic częstotliwości, istnieje poza tym możliwość określenia przybliżonej częstotliwości drgań mechanicznych na podstawie częstotliwości



5: Tylko w przypadku wibratorów o zsynchronizowanym działaniu częstotliwość prądu i częstotliwość drgań mechanicznych są sobie równe, a dokładną prędkość obrotową można odczytać na przetwornicy częstotliwości.

prądu. Trzeba tylko znać liczbę par styków silników wibracyjnych. W przypadku silników wibracyjnych o zsynchronizowanym działaniu (2-stykowych) częstotliwość drgań mechanicznych jest równa częstotliwości prądu.

#### WIĘCEJ INFORMACJI



Brecon Vibrationstechnik GmbH  
Stolberger Strasse 393  
50933 Kolonia, Niemcy  
Tel.: +49 221 9544270  
Fax: +49 221 9544277  
info@brecon.de  
www.brecon.de