

Drgania silników pionowych

Mgr inż. Jan Lipiński;

W silnikach elektrycznych poziomych mocowanych na łapach problem występowania nadmiernych drgań dotyczy głównie silników dwubiegunowych o prędkości obrotowej $n_s=3000$ obr/min. Przy mniejszych prędkościach obrotowych problem ten pojawia się bardzo rzadko, tym rzadziej im niższa jest prędkość obrotowa. Wynika to z oczywistego faktu, że siła odśrodkowa niewyważenia powodująca drgania maleje z kwadratem prędkości obrotowej. W silnikach pionowych natomiast problem nadmiernych drgań występuje częściej, również przy niższych prędkościach obrotowych $n_s=1500$ obr/min, $n_s=1000$ obr/min, a nawet mniejszych. Wynika to głównie z kołnierzowego sposobu zamocowania silnika oraz małej sztywności podstawy pod silnikiem i posadowienia. Generalnie przyczyny nadmiernych drgań w silnikach pionowych można podzielić na 4 grupy:

- Niedokładne wyważenie (lub rozważenie się) wirnika,
- Niezachowanie wymaganej konstrukcją sprzęgła centryczności sprzęgnięcia silnika z maszyną napędzaną,
- Nieodpowiednia sztywność podstawy i posadowienia pod silnikiem,
- Niewłaściwe zawieszenie wirnika w silnikach pionowych.

Problem nadmiernych drgań w silnikach pionowych wynika w zdecydowanej większości z trzeciej grupy przyczyn i w niektórych przypadkach z grupy czwartej. Jeśli chodzi o wymienione w czwartej grupie przyczyn niewłaściwe zawieszenie wirnika w silnikach pionowych, to pojawia się ono wtedy, gdy rolę podparcia osiowego wirnika zamiast łożyska górnego przejmuje łożysko dolne. Ponieważ po nagraniu się silnika na obciążeniu temperatura wału wewnątrz silnika jest znacznie wyższa niż temperatura kadłuba, wał wydłuża się więc więcej niż kadłub. Przy większych odległościach między łożyskami (np. 1700 mm w silniku SVh500H6B) wał silnika w stosunku do kadłuba może się wydłużyć o $1\div 1,5$ mm. Aby łożysko dolne kulkowe nie przejęło podparcia osiowego wirnika jest ono luźniej osadzone w komorze łożyskowej (pasowanie G6) i posiada wyluzowanie osiowe w kierunku zewnętrznym w granicach $2,5\div 3$ mm, co umożliwia swobodne przesuwanie się łożyska dolnego w dół podczas rozgrzewania się silnika. W przypadku gdyby podparcie wirnika przejęło łożysko dolne wydłużenie cieplne wału "poszłoby" do góry i spowodowało przesunięcie pierścienia wewnętrznego górnego łożyska skośnego do góry i w efekcie luz promieniowy na tym łożysku tym większy, im większe byłoby wydłużenie cieplne wału w górnym kierunku. Luz promieniowy na górnym łożysku jest niedopuszczalny, gdyż powoduje ruch precesyjny wirnika, a tym samym bardzo duże zwiększenie drgań.

Aby uniknąć takiej sytuacji ważne jest by sprzęgnięcie silnika z urządzeniem napędzanym (najczęściej pompą) dawało możliwości przesuwania się w dół połówki sprzęgła osadzonego na końcówce wału silnika w trakcie wydłużania cieplnego.

Dobrym rozwiązaniem w takiej sytuacji jest zastosowanie wysokoelastycznego sprzęgła oponowego typu OMEGA, które obok dużej dopuszczalnej niecentryczności sprzęgnięcia cechuje się dużą elastycznością (podatnością) w kierunku osiowym.

Jak już wcześniej wspomniano główną przyczyną drgań silników pionowych jest jednak wymieniona w



Fot. Silnik SVh560H6C; 1600kW

trzeciej grupie nieodpowiednia sztywność podstawy i posadowienia pod silnikiem w warunkach specyficznego kołnierzowego zamocowania silnika.

Silniki pionowe najczęściej napędzają pompy, które znajdują się dużo niżej pod silnikiem.

Silnik jest zwykle oddzielony od pompy stropem, w którym zabetonowana jest rama, na której zamocowana jest podstawa pod silnikiem oraz silnik.

Z powodu konieczności dostępu do usytuowanego wewnątrz podstawy sprzęgła, musi ona posiadać po przeciwległych stronach dwa odpowiednio duże wycięcia, które osłabiają jej sztywność. W wielu silnikach górne łożysko może się znajdować na wysokości około 3m nad poziomem stropu. W takiej sytuacji przy nieodpowiedniej sztywności posadowienia z oczywistych powodów na górnym łożyskowaniu silnika mogą występować duże drgania.

Największe drgania występują w przypadku, gdy częstotliwość drgań własnych układu silnik- podstawa- strop jest bliska częstotliwości obrotowej silnika. W wyniku rezonansu występującego w tych warunkach drgania na górnym łożysku silnika mogą osiągnąć bardzo duże wartości. Rezonans nie jest oczywiście źródłem drgań, ale ich wzmacniaczem i w zależności od tłumienia potrafi je wzmocnić kilku, a nawet kilkunastokrotnie.

Wyjście z rezonansu i zmiana częstotliwości drgań własnych układu silnik- podstawa- fundament (strop) w warunkach istniejącego stanowiska nie jest sprawą prostą. W tych konstrukcjach zmiana masy czy sztywności układu jest bardzo trudna do zrealizowania. Dlatego już na etapie projektowania stanowiska znając masę i gabaryty silnika należy określić w miarę dokładnie częstotliwość drgań własnych układu.

Dzięki bogatym doświadczeniom i wykwalifikowanej kadrze wszystkie zakłady Grupy Cantoni oferują swoim klientom wsparcie już na etapie zapytania oraz w całym okresie eksploatacji silnika dzięki czemu eksploatacja nie nastęrcza nadmiernych kłopotów.