

technika

21 WAŁY NAPĘDOWE STATKÓW

Nowe innowacyjne oprogramowanie łączy teorię z praktyką przy projektowaniu wałów statków

25 ZROZUMIENIE TRWAŁOŚCI ŁOŻYSK

Smarowanie i zanieczyszczenia to dwa z najważniejszych czynników wpływających na trwałość łożysk

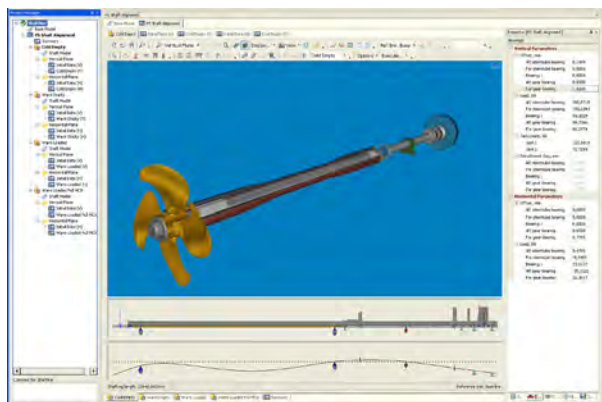


UJEDNOLICONE OPROGRAMOWANIE do projektowania okrętowych wałów napędowych

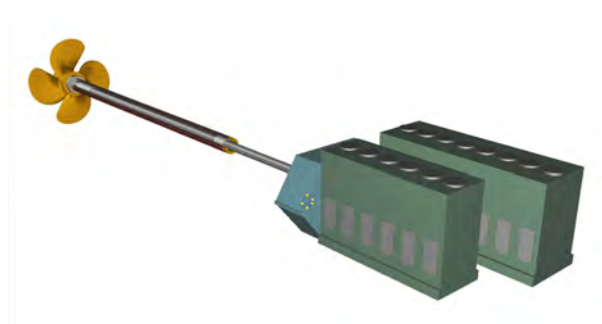
ShaftDesigner jest innowacyjnym oprogramowaniem do komputerowego wspomaganie prac inżynierskich (CAE) takich jak projektowanie, instalacja, utrzymanie i naprawa okrętowych wałów napędowych. Zaletą tego nowego oprogramowania jest to, że łączy teorię i praktykę w dziedzinie osiowania oraz montażu wałów

Oprogramowanie zostało opracowane do użytku na wszystkich etapach cyklu życia napędowych wałów okrętowych. Pozwala na dokładne odwzorowanie wszystkich elementów układu napędowego tak, że w każdej fazie użytkownicy mogą odnieść korzyści z różnych aspektów rozmaitych modułów aplikacji.

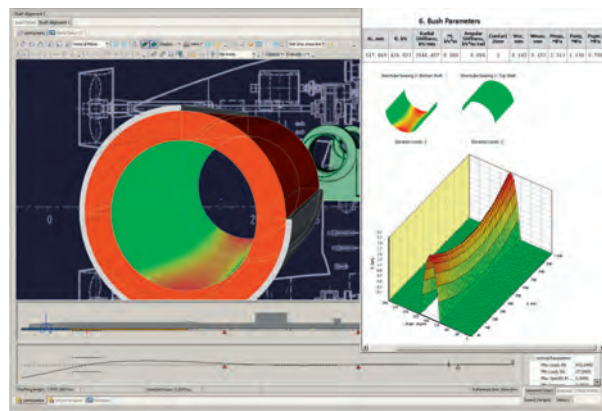
Oprogramowanie oferowane przez Machine Support z Holandii było rozwijane z myślą, aby wykonanie i osiowanie wału mogło być dokładniejsze i łatwiejsze. Zostało opracowane pod kątem potrzeb rynku,



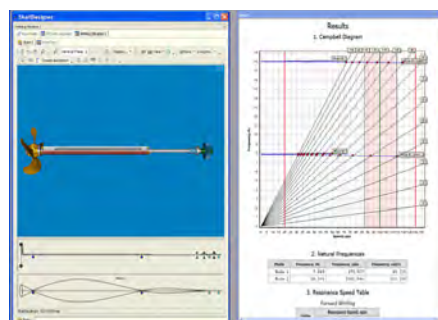
Rys. 1. Okno aplikacji – osiowanie wału



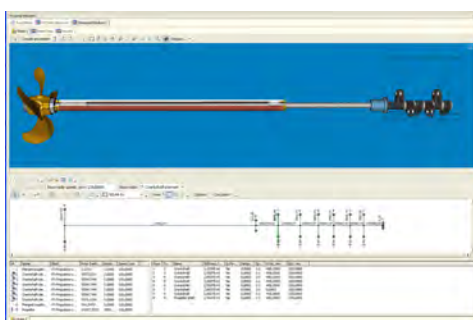
Rys. 2. Model układu z dwoma silnikami



Rys. 3. Naciski kontaktowe w panewce łożyskowej



Rys. 4. Drgania obrotowe



Rys. 5. Automatycznie tworzony model do obliczania drgań skrętnych

w wyniku współpracy z towarzystwami klasyfikacyjnymi i wiodącymi producentami wyposażenia oryginalnego.

Konstruktorzy mają teraz dostęp do jednego, elastycznego modelu, umożliwiającego wykonanie obliczeń związanych z wałem. Użytkownik może też przeanalizować różne warunki pracy, od ruchu pod balastem, po ruch z ładunkiem, przy silniku zimnym i rozgrzanym oraz w różnych stanach – od rozprężnienia do pełnego sprzęgnięcia z łańcuchem przeniesienia napędu. Oprogramowanie pozwala na uniknięcie borykania się z wieloma modelami danych i plikami dla wielu rodzajów obliczeń i możliwych warunków pracy. Wypełnia ono także lukę między możliwościami oprogramowania i bieżącym zrozumieniem techniki i technologii układu napędowego.

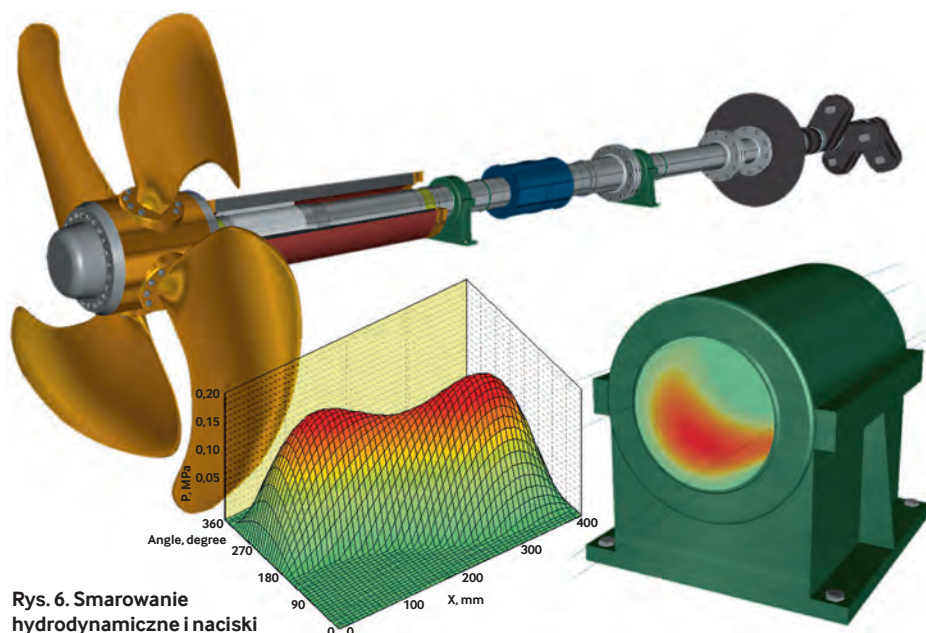
Opracowano także interfejs użytkownika i zapewniono łatwości modelowania 3D, aby na bazie trzech głównych technik modelowania wykreować realistyczne przedstawienie 3D układu napędowego (rys. 1).

PODSTAWOWY MODEL OBLICZENIOWY

Oprogramowanie to wieloprojektowy, wielowałowy i wielostanowy system 3D CAE do obliczeń okrętowego układu napędowego. Wykorzystuje on model podstawowy do obliczenia ustawienia wału, drgań obrotowych (whirling vibration), drgań giętnych (poprzecznych), osiowych i skrętnych.

Będąc systemem wielowałowym, oprogramowanie może być stosowane do projektowania od pojedynczego wału, do kompletnych układów napędowych z wieloma wałami, silnikami i innymi elementami. Każda aplikacja może obejmować szereg stanów układu napędowego (rys. 2).

Jedną z zalet oprogramowania ShaftDesigner jest to, że wszystkie obliczenia są wydzielone z jednego modelu podstawowego. Po jego utworzeniu wszelkie zmiany są automatycznie uwzględniane we wszystkich aplikacjach. Ponieważ oprogramowanie działa w środowisku grafiki 3D, zmiany można kontrolować wizualnie, co minimalizuje ryzyko błędu (rys. 6).



Rys. 6. Smarowanie hydrodynamiczne i naciski kontaktowe

TRZY TECHNIKI MODELOWANIA

Oprogramowanie obejmuje trzy podejścia do modelowania:

- modelowanie za pomocą swobodnego „przeciągania i upuszczania” z późniejszą korektą położenia obiektu,
- modelowanie przez „przeciąganie i upuszczanie” przy zastosowaniu przeciągania do wcześniej utworzonych pozycji obiektu,
- tworzenie grup w miejscu odległym od przypisanego położenia oryginalnego.

Błąd modelowania może zostać łatwo skorygowany za pomocą funkcji „skasuj/powtórz” lub „okno historii”.

OBLICZENIA ZWIĄZANE Z OSIOWANIEM WAŁU

Celem obliczeń osiowania wału jest wyznaczenie położenia łożysk linii wału w czasie osiowania lub zoptymalizowanie obciążeń łożysk linii wału. To zapewnia bezpieczne działanie układu napędowego statku we wszystkich warunkach pracy.

Położenie osi łożyska linii wału definiują przesunięcia pionowe i poziome środka panewki łożyska, oraz kąty pomiędzy bazową linią odniesienia, a osią panewki łożyska.

Ugięcia linii wału są wyliczane automatycznie podczas działania oprogramowania (rys. 3).

Automatycznie jest budowany model aplikacji na bazie modelu podstawowego. Wszelkie zmiany w modelu podstawowym natychmiast powodują zaktualizowanie ugięć linii wału. Techniki osiowania wału wspomagane przez program ShaftDesigner polegają na bezpośrednich obliczeniach, określeniu przesunięcia, geometrycznym osiowaniu, ustawieniu linii wałów i czujnika tensometrycznego. Dzięki możliwości pracy oprogramowania w odwróconej kolejności istnieje możliwość określenia stanu osiowania na bazie pomierzonych obciążeń zginających, naprężeń w łożysku, sił w podnośnikach, przesunięć i szczelin w połączeniach oraz ugięć wału.

Użytkownik może wprowadzić dodatkowe czynniki, takie jak siły skupione, tymczasowe podpory i podnośniki celem zweryfikowania osiowania teoretycznego w praktyce. Wprowadzenie dodatkowych podpór i sił powoduje natychmiastowe, automatyczne, przeliczenie ugięcia linii wału.

OBLICZENIA DRGANIOWE

Dostępnych jest pięć modułów aplikacji

do użytku z modelami podstawowymi, obejmujących różne rodzaje drgań, tzn. obrotowe, giętne, osiowe, skrętne i drgania sprzężone.

Głównym rezultatem obliczenia drgań obrotowych jest wykaz prędkości krytycznych dla wirowania do przodu i do tyłu (rys. 4). Wzbudzenie pierwszego stopnia odpowiada wirowaniu synchronicznemu. Rezultaty są prezentowane w tabeli prędkości rezonansowych i graficznie w postaci wykresu Campbella.

Dla drgań giętych aplikacja drganiowa wylicza parametry drgań swobodnych, takie jak częstotliwości własne, postacie oraz prędkości rezonansowe. Rezultaty są prezentowane w postaci wykresu Campbella i tabeli prędkości rezonansowych.

Moduł drgań osiowych obejmuje możliwość obliczenia drgań swobodnych oraz wymuszonych. Rezultaty są prezentowane w tabeli prędkości rezonansowych i jako wykres przedstawiający drgania przy różnych prędkościach obrotowych.

Obliczenia drgań skrętnych są przeprowadzane na bazie modelu masowo-sprężystego, utworzonego za pomocą edytora graficznego i także ujmują drgania swobodne i wymuszone (rys. 5). Wyniki są prezentowane jako wykres przedstawiający drgania przy różnych prędkościach obrotowych i w tabeli prędkości rezonansowych. W przypadku drgań skrętnych lepsze jest ręczne wprowadzanie wartości niż poleganie na modelu podstawowym, gdyż dla drgań skrętnych są wymagane specyficzne dane. Aplikacja dla drgań sprzężonych oblicza parametry drgań osiowo-skrętnych dla instalacji z silnikami wysokoprężnymi połączonymi bezpośrednio. Wszystkie te obliczenia są integrowane w rozwiązanie pojedyncze.

Wyniki są przedstawiane w postaci przyjaznych dla klienta dokumentów XML – mogą więc być łatwo eksportowane do różnych formatów. Firma Machine Support stosowała oprogramowanie przy ponad 120 projektach na całym świecie. Spodziewane są dalsze prace, celem zapewnienia dodatkowych aktualizacji oprogramowania, włącznie z zapewnieniem możliwości



MACHINE SUPPORT

Firma **Machine Support** jest dostawcą podkładek i materiałów montażowych oraz usług w zakresie osiowania i rozwiązań zamocowań dla maszyn. Firma, nabyta przez SKF w 2000 r., ma ponad dwudziestopięcioletnie doświadczenie w dostarczaniu kompletnych rozwiązań do mocowania i osiowania maszyn. Machine Support oferuje swoje doświadczenie w dziedzinie okrętownictwa właścicielom statków, operatorom, stocznicom i organizacjom zajmującym się naprawami statków oraz producentom oryginalnego sprzętu na całym świecie (rys. 8).
www.shaftdesigner.com
www.machinesupport.com

Rys. 8. Machine Support zapewnia także usługę obróbki mechanicznej na miejscu u klienta

importowania projektów 3D i modeli z programów 3D CAD, dostarczanych przez strony trzecie.

APLIKACJA CYKLU ŻYCIA

Oprogramowanie ShaftDesigner jest przydatną aplikacją dla całego cyklu życia statku – na etapie projektowania, budowy lub naprawy. Na etapie projektowania – z inżynierskiego punktu widzenia – ShaftDesigner jest narzędziem projektowym z wyboru do zbadania przesunięć, optymalizującym położenia elementów układu napędowego na bazie kryteriów ustalonych przez użytkownika. Przeprowadzenie tego na wczesnym etapie zapewnia dobry rozkład obciążeń łożysk, a więc bezpieczne działanie linii wału i pomaga w uniknięciu czasochłonnych i kosztownych problemów związanych z późniejszym osiowaniem. W tym samym czasie i w podobny sposób szereg modułów oprogramowania do analizy drgań umożliwia wyliczenie potencjalnie szkodliwych drgań, bazując na określonym projekcie układu napędowego, co stwarza możliwość wypróbowania szeregu opcji projektowych i konsekwencji ich zastosowania.

W czasie budowy i gdy nie ma dostępnego modelu z fazy projektowania budowniczo statku mogą uzyskać korzyści z modelowania układu napędowego przed



Rys. 7. Umieszczanie tensometru na wale

faktycznym osiowaniem wału. Do oprogramowania ShaftDesigner łatwo można wprowadzić dokładne wymiary, automatycznie aktualizujące model przy każdym nowym wejściu do programu. Program zapewnia niezbędne dane dla różnych technik

osiowania wałów, włącznie z obciążaniem za pomocą podnośników, osiowaniem za pomocą lasera i przy użyciu tensometrów, które mogą być stosowane na różnych etapach instalacji linii wału (rys. 7).

Dla potrzeb obsługi i napraw, przy obliczaniu stanu osiowania oraz możliwych drgań wału można już na wczesnym etapie zidentyfikować czynniki wpływające na stan elementów linii wału. Przykładowo, można zidentyfikować punkty naprężeń w łożysku i sprawdzić je na zużycie, unikając przestoju statku w przypadku awarii. Posługując się oprogramowaniem ShaftDesigner można bardzo łatwo oszacować stan osiowania wału po jakimś incydencie. ▣

Autor: Geoffrey de Vlaam, Machine Support BV, Holandia

PODSUMOWANIE

Ułatwienie kompleksowego podejścia do projektowania napędu okrętowego, jego instalacji i naprawy jest celem nowego oprogramowania z firmy Machine Support w Holandii. Przy pełnym potencjale aplikacji, która rozciąga się

na cały cykl życia wałów napędowych, program ShaftDesigner może dokładnie odwzorować elementy układu napędowego. Powstał on po to, aby można było dokładniej i łatwiej projektować, wykonywać i osiować wały.