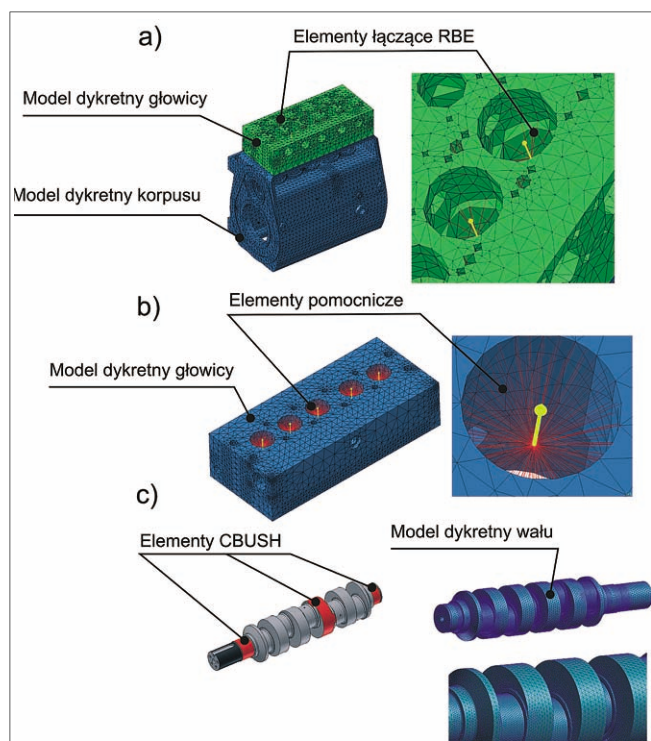


Numeryczne modele elementów pompy nurnikowej

IRENEUSZ WRÓBEL, RAFAŁ SZYMAŃCZYK*

Pompa nurnikowa jest głównym elementem wchodzącym w skład agregatu zasilającego. Jej konstrukcja jest bardzo podobna do konstrukcji tłokowego silnika spalinowego. Składa się z korpusu, nurników, korbowodów, wału i głowicy. Producent pomp postanowił zbudować pompę o większym ciśnieniu i wydajności, przez co zmieniła się jej konstrukcja. Wydłużono wał (z 3- na 5-korbowy), zmieniła się też budowa korpusu i głowicy. Celem omawianej w artykule pracy było wykonanie obliczeń wytrzymałościowych, które stwierdzą, czy nowa konstrukcja pompy przeniesie obciążenia i nie ulegnie zniszczeniu podczas eksploatacji. Do tego celu wykorzystano Metodę Elementów Skończonych i oprogramowanie Patran/Nastran. Na potrzeby analizy zbudowano odpowiednie modele dyskretnie, wykorzystując elementy bryłowe TETRA, elementy sprężyste CBUSH oraz elementy łączące RBE. Na rys. 1 przedstawiono modele dyskretnie zbudowane na potrzeby analizy.



Rys. 1. Modele dyskretnie: a) elementy RBE, b) głowica, c) wał

Model obliczeniowy korpusu pompy składał się z modelu korpusu (który był dyskretyzowany z dużą starannością) oraz modelu głowicy, która była podzielona na większe elementy. Do dyskretyzacji wykorzystano elementy 10-węzłowe typu TETRA 10. Przykręcona do korpusu głowica znacznie go usztywnia. W obliczeniach powinno się uwzględnić sztywność głowicy. Do połączenia głowicy z korpusem wykorzystano elementy RBE (rys. 1a). Model dyskretny głowicy przedstawiono na rys. 1b. Aby pominąć geometrię nurnika i cylindra, zastosowano elementy RBE do zaczeplenia sił, które pochodzą od nurników. Model dyskretny wału przedstawiono na rys. 1c. W trakcie prób numerycznych okazało się, że istotnym czynnikiem, który wpływa na wyniki, jest sposób podparcia wału.

* Dr inż. Ireneusz Wróbel – Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, mgr inż. Rafał Szymańczyk – Wiromet S.A.

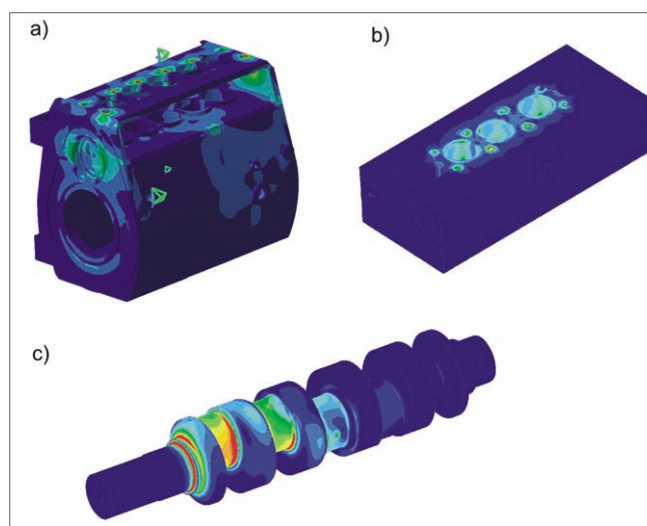
Zaobserwowano różne rozkłady naprężeń zredukowanych dla wału podpartego sztywnymi podporami i dla wału podpartego na podatnych podporach. Podatność tych podpór była równa podatności korpusu. Dla jego wyznaczenia zbudowano specjalny model korpusu.

Obliczenia sił działających na modele

Podstawowymi obciążeniami są siły, z jakimi na wał oddziałuje korbwód. Siły te wyznaczono rozwiązując zadanie kinetostatyczne układu korbowo-tłokowego w jego określonych położeniach [3]. Rozwiązując takie zadanie, otrzymujemy wykres, który obrazuje oddziaływanie poszczególnych nurników (korbowodów) na wał w funkcji kąta obrotu wału. Analizując taki wykres, można wybrać najbardziej niekorzystne przypadki obliczeniowe, dla których wał oraz inne elementy pompy są najbardziej obciążone.

Wyniki obliczeń i wnioski

Zbudowane modele poddano analizie, wykorzystując system MSC Nastran. W wyniku analizy otrzymano warstwicę naprężeń zredukowanych i deformację modeli dla każdego z przypadków obciążenia. Analizując wyniki oraz porównując wartości naprężeń z wartościami granicznymi, można stwierdzić, czy zaproponowana konstrukcja jest dostatecznie wytrzymała. Efektem końcowym tej analizy była zmiana konstrukcji elementów korpusu, które nie spełniły warunku wytrzymałościowego, oraz propozycja zmiany sposobu podparcia wału korbowego. Na rys. 2 przedstawiono wyniki analizy w postaci warstwic naprężeń zredukowanych Hubera-Von Missesa dla analizowanych obiektów.



Rys. 2. Wyniki analizy w postaci warstwic

LITERATURA

1. R. GRĄDZKI: Wprowadzenie do metody elementów skończonych. WPL Łódź, 2002.
2. J. JĘDRZEJEWSKI: Obliczanie tłokowego silnika spalinowego. WNT Warszawa, 1988.
3. J.A. WAJAND: Mechanika układów korbowych silników spalinowych. WKŁ Warszawa, 1986.
4. E. RUSIŃSKI, J. CZMOCHOWSKI, T. SMOLNICKI: Zaawansowana metoda elementów skończonych w konstrukcjach nośnych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej Wrocław, 2000. ■