

Józef MARKOWICZ
Politechnika Śląska, Gliwice

MODELOWANIE OBCIĄŻEŃ NISZCZĄCYCH WYBRANY PODZESPOŁ SEKCJI OBUDOWY ZMECHANIZOWANEJ

Streszczenie. W artykule omówiono metodę wyznaczania obciążeń granicznych oraz obciążeń niszczących podzespoły nośne sekcji obudowy zmechanizowanej. Przedstawiono wyniki obliczeń wytrzymałościowych spągnicy obudowy metodą elementów skończonych. Obciążenie graniczne i niszczące wyznaczono wykorzystując procedury analiz nieliniowych w odniesieniu do charakterystyk materiałowych. Materiał spągnicy zamodelowano jako idealnie sprężysto-plastyczny.

MODELLING A BREAKING LOAD OF SELECTED SUB-ASSEMBLY OF SHIELD SUPPORT

Summary. The method of determining limit loads and failure loads for shield support sub-assemblies have been discussed in the paper. Results of FEM – computation of a base were presented. The limit load and the failure load were determined using procedures non-linear analysis to material characteristics. The ideal elastic-plastic characteristic for the material of the base has been assumed.

1. Wstęp

Podczas eksploatacji obudów zmechanizowanych w warunkach dołowych występują przypadki trwałych odkształceń niektórych podzespołów nośnych sekcji. Maksymalne wartości tych odkształceń nie mogą być zbyt duże, gdyż nastąpiłaby wtedy utrata funkcjonalności zestawu obudowy.

Obliczenia wytrzymałościowe podzespołów nośnych sekcji powinny być prowadzone metodą nośności granicznej [2]. Możliwe jest wtedy wyznaczenie obciążeń granicznych, przy których konstrukcja, na skutek pojawienia się przegubów plastycznych bądź linii załomu, zmienia się w układ kinematyczny i traci nośność. Z oczywistych względów stan ten nie może wystąpić w obudowie zmechanizowanej, pracującej w wyrobisku ścianowym. Istotne jest więc określenie wartości obciążeń, przy których wystąpią wprawdzie odkształcenia trwałe, jednak nie spowodują utraty funkcjonalności zestawu. Zebrane w tym względzie doświadcze-

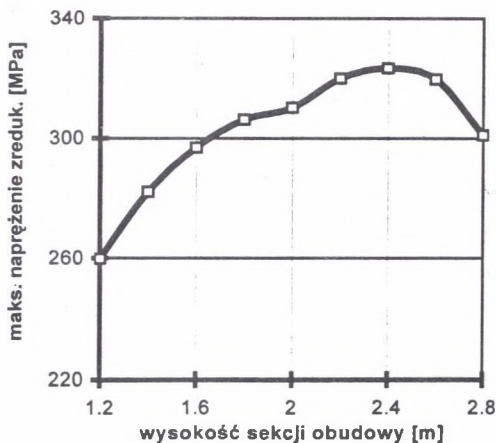
nia wykorzystano przy tworzeniu „Wymagań konstrukcyjnych dla obudów zmechanizowanych”, gdzie w punkcie 3.2.5, dotyczącym badań stanowiskowych, stwierdza się, że deformacje plastyczne podzespołów sekcji mierzone jako różnica wymiarów przed i po zakończeniu badań powinny być mniejsze od 3 mm na metr długości i szerokości elementu. Z tego punktu widzenia można przyjąć, że obciążenie niszczące to takie, które spowoduje wystąpienie trwałych odkształceń podzespołów nośnych sekcji o wartościach większych od dopuszczalnych w przepisach dotyczących wymagań konstrukcyjnych [4].

Wyznaczenie teoretycznie nośności granicznej oraz wartości obciążenia, przy którym wystąpią określone deformacje plastyczne, wymaga wykorzystania do obliczeń metod analizy nieliniowej. Zagadnienie to jest szczególnie trudne w przypadku konstrukcji o złożonych kształtach, z uzebrowaniami i innymi dodatkowymi wzmocnieniami. Opracowane dotychczas przybliżone metody projektowania oparte na przeprowadzonych (w trakcie ich opracowywania) badaniach laboratoryjnych mają również ograniczone zastosowanie [3], gdyż wymagają przyjęcia szeregu założeń upraszczających, a ponadto tok obliczeń jest bardzo żmudny i pracochłonny.

Do wyznaczenia obciążeń niszczących spągnicę obudowy zmechanizowanej zastosowano procedury analiz nieliniowych w metodzie elementów skończonych. Obliczenia wykonano na przykładzie spągnicy obudowy Fazos 12/28 Oz wykorzystując program MSC Nastran.

2. Obciążenia niszczące spągnicę obudowy

Sekcja obudowy zmechanizowanej jest układem mechanicznym, w którym obciążenie poszczególnych podzespołów i siły wewnętrzne zależą nie tylko od obciążenia zewnętrznego, ale również od wzajemnego położenia poszczególnych członów tego układu. Ze względu na zmienny charakter obciążenia poszczególnych podzespołów, obliczenia wytrzymałościowe należy wykonać dla najniekorzystniejszego obciążenia, przy którym wyężenie konstrukcji jest największe.



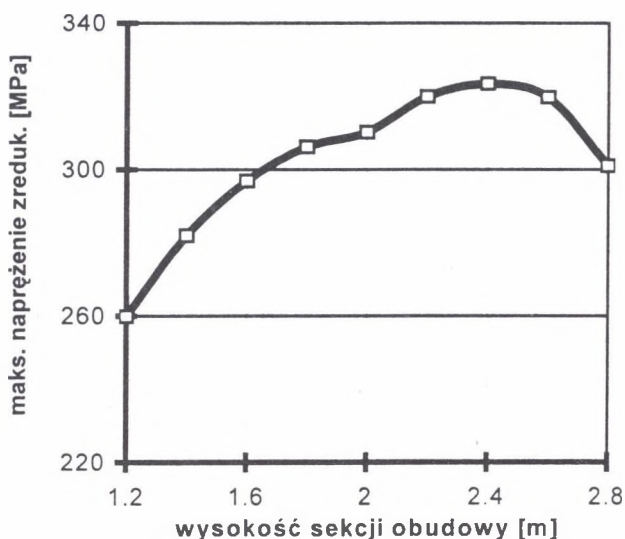
Rys.1. Wpływ wysokości sekcji na wyężenie spągnicy

Fig.1. Influence of a shield support height on an effort of a base

Szczegółową analizę wyężenia konstrukcji spągnicy przeprowadzono w pracy [1]. Obliczenia naprężeń zredukowanych wykonano dla całego zakresu wysokości sekcji i różnych wartości współczynnika tarcia pomiędzy stropem i stropnicą. Wykazały one, że największe wyężenie konstrukcji spągnicy (dla podpórności roboczej sekcji) występuje dla wysokości obudowy 2,4 m, a maksymalne naprężenia zredukowane wynoszą 323,4 MPa (rys. 1).

Obciążenie graniczne oraz niszczące spągnicę wyznaczono na podstawie obliczeń wytrzymałościowych dla układu obciążeń odpowiadających wysokości sekcji 2,4 m. Obliczenia te wykonano wykorzystując procedury analiz nieliniowych w odniesieniu do charakterystyk materiałowych (ośrodków nieliniowych fizykalnie). Materiał spągnicy zamodelowano jako idealnie sprężysto-plastyczny z granicą plastyczności $R_e = 355$ MPa.

W poszczególnych etapach obliczeń zwiększano wartości wszystkich sił działających na spągnicę aż do momentu uplastycznienia całego przekroju spągnicy i utraty jej nośności. Proces uplastycznienia można prześledzić analizując wyniki obliczeń maksymalnego ugięcia spągnicy w kolejnych etapach jej obciążania. Uplastycznianie się fragmentów konstrukcji spągnicy rozpoczyna się przy przeciążeniu 1,2 (w stosunku do obciążenia odpowiadającego podpórności roboczej sekcji). Stosunkowo wolny przyrost strefy uplastycznionej i maksymalnego ugięcia występuje do przeciążenia $p/p_r = 2$ (rys. 2), po czym wraz ze wzrostem obciążenia występuje gwałtowny przyrost ugięcia i zakresu uplastycznienia. Uplastycznienie całego przekroju spągnicy i wyczerpanie jej nośności wystąpiło przy przeciążeniu nieznacznie większym od 2,45.



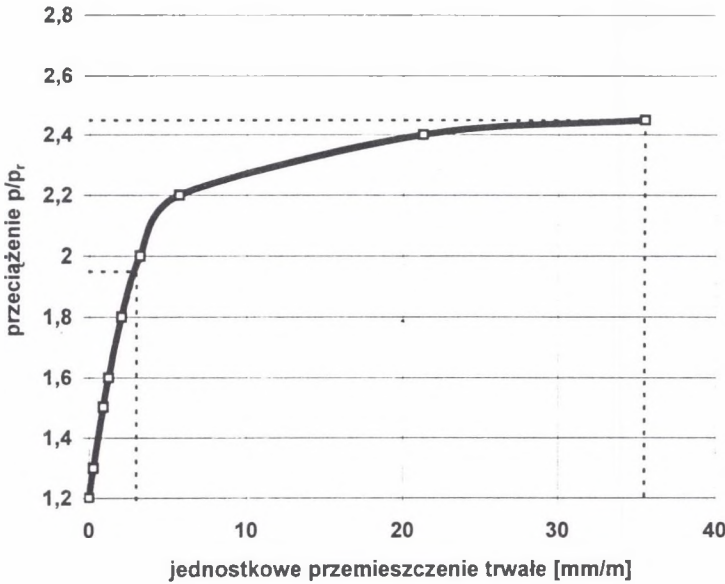
Rys.2. Maksymalne ugięcie spągnicy w poszczególnych fazach przeciążenia

Fig.2. Maximum deflection of base for succeeding overload steps

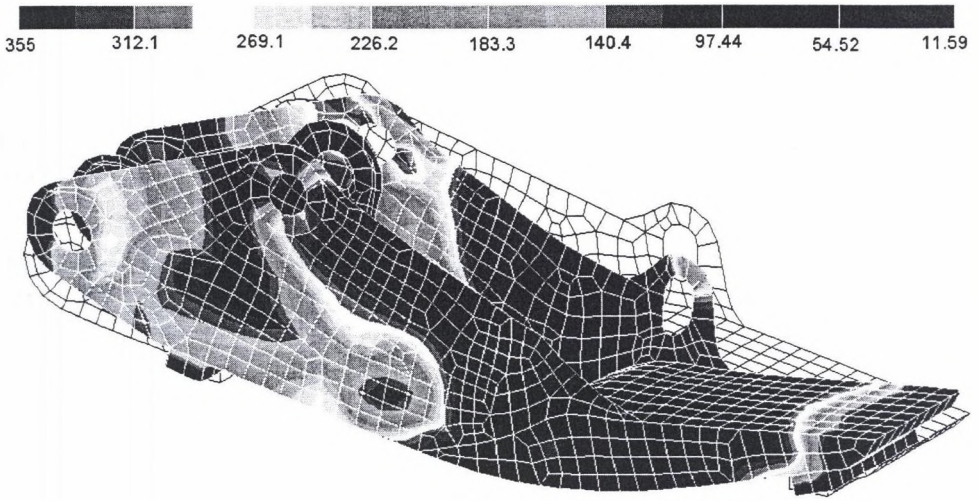
Do przeciążenia $p/p_r = 1,2$ zależność przedstawiająca ugięcie spągnicy w funkcji obciążenia jest prostoliniowa. Można więc na podstawie wykresu (rys.2) wyznaczyć maksymalne ugięcia trwałe w poszczególnych fazach przeciążenia. Ugięcie to pozostałoby po całkowitym odciążeniu spągnicy. Przykładowe wykresy odciążania spągnicy dla przeciążeń 2,2; 2,4 oraz 2,45 pokazano na rys. 2 liniami przerywanymi.

W wymaganiach konstrukcyjnych [4] deformacje plastyczne określa się względnie, w stosunku do długości lub szerokości podzespołu nośnego. Dlatego też na rys. 3 przedstawiono wykres trwałej deformacji, przypadający na metr długości spągnicy. Stan graniczny spągnicy zostanie osiągnięty poprzez uplastycznienie przekroju znajdującego się bezpośrednio przed gniazdem stojaka hydraulicznego. Obciążenie graniczne wystąpi wówczas, gdy siła w stojaku wzrośnie 2,45-krotnie w stosunku do siły odpowiadającej podporności roboczej. Przyjmując na podstawie [4], że trwałe deformacje muszą być mniejsze od 3 mm/m, otrzymuje się wartość przeciążenia niszczącego spągnicę $p/p_r = 1,95$.

Na rys. 4 przedstawiono odkształconą postać modelu spągnicy z mapami naprężeń zredukowanych (z uwzględnieniem warunku plastyczności Hubera-Misses-Hencky'ego) przy przeciążeniu zbliżonym do granicznego. Strefa uplastycznienia obejmuje fragmenty blach znajdujące się bezpośrednio przed gniazdem stojaków.



Rys.3. Zależność trwałych deformacji spągnicy od przeciążenia
 Fig.3. The permanent deformations of base vs. overload



Rys.4. Rozkłady naprężeń zredukowanych przy przeciążeniu $p/p_r = 2,45$
 Fig.4. Von Misses stress distribution for the overload p/p_r

3. Podsumowanie

Przedstawiona w artykule metoda obliczeń, wykorzystująca procedury analiz nieliniowych w metodzie elementów skończonych, umożliwia wyznaczenie obciążenia granicznego, przy którym następuje utrata nośności oraz obciążenia niszczącego, które spowoduje trwałe jednostkowe deformacje podzespołów sekcji o wartościach większych od podanych w wymaganiach konstrukcyjnych [4].

Na podstawie zamieszczonych wyników obliczeń można wyznaczyć wartość współczynnika określającego, ile razy obciążenie graniczne podzespołu nośnego sekcji jest większe od obciążenia niszczącego. Dla analizowanej śmigłownicy współczynnik ten wynosi 1,26.

Wyniki obliczeń prowadzonych metodą nośności granicznej mogą być w szerokim zakresie wykorzystane do optymalizacji konstrukcji sekcji oraz do analizy odkształceń trwałych zespołów nośnych obudowy.

LITERATURA

1. Markowicz J.: Wyznaczanie nośności granicznej i stref uplastycznienia zespołów nośnych obudów zmechanizowanych. III Krajowa Konferencja Użytkowników Oprogramowania MSC. Materiały konferencyjne. Gdańsk 5-6.11.1998 r

2. Szuścik W.: Rozwój metod projektowania i badań obudów zmechanizowanych w Polsce. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa nr 5/1998 r
3. Szweda St.: Nośność elementów płytowych obudów podporowo-osłonowych. Praca doktorska. Gliwice 1981 r
4. Wytyczne konstruowania obudów zmechanizowanych i ich badań niezbędnych dla dopuszczenia do prób eksploatacyjnych i powszechnego stosowania, Ministerstwo Przemysłu i Handlu Warszawa 1993

Recenzent: Prof.dr inż. Zbigniew Korecki

Abstract

The method of determining limit loads and failure loads for shield support subs – assemblies has been discussed in the paper. The failure load was defined as a load causing permanent deformations of shield support sub – assemblies its value is greater than permissible permanent deformations specified by regulations of constructional standards for mechanised support. Procedures for non-linear analysis in FEM were used for determining overloads of the section responding with the limit load and the failure load of a base. The problem was solved for the base of the Fazos 12/28 Oz shield support, as an example. Assuming the elastic – plastic characteristic for material, the stress distribution and the base deformations for succeeding overload steps was also discussed. The dependence between permanent deformation of the base and an overload of the section was determined. The failure load of the base was calculated basing on the permanent deformation vs. A section overload curve. A safety factor, defined as a quotient of a limit load and a failure load, was determined.