

Józef MARKOWICZ, Stanisław SZWEDA
Politechnika Śląska, Gliwice

WYKORZYSTANIE METOD NUMERYCZNYCH DO OCENY STANU TECHNICZNEGO SEKCJI OBUDOWY ZMECHANIZOWANEJ

Streszczenie. W pracy omówiono problematykę komputerowego wspomaganie procesu oceny stanu technicznego sekcji obudowy zmechanizowanej. Przedstawiono przykłady zastosowania Metody Elementów Skończonych do oceny wyężenia podzespołów sekcji z uwzględnieniem uszkodzeń spoin i ubytków korozyjnych występujących podczas pracy sekcji w wyrobisku ścianowym.

APPLICATION OF NUMERICAL METHODS IN ASSESSMENT OF TECHNICAL CONDITION OF A POWERED ROOF SUPPORT UNIT

Summary. Problems of computer-aided process of assessment of technical condition of a powered roof support unit have been discussed in the paper. Examples of use FEM for an assessment of effort of sub-assemblies of a support unit with regard to weld failures and corrosive defects occurring, when support unit is operated, have been presented.

1. Wprowadzenie

Problematyka oceny stanu technicznego maszyn i urządzeń ma szczególnie istotne znaczenie w aspekcie zapewnienia bezpieczeństwa ich użytkowania. Jediną możliwością rzetelnej oceny stanu technicznego urządzenia stwarzają badania, podczas których określa się stopień zużycia poszczególnych elementów oraz czas dalszej eksploatacji urządzenia w określonych warunkach. Konieczność przeprowadzania tego typu badań znajduje swoje odzwierciedlenie w przepisach dotyczących użytkowania sekcji obudowy zmechanizowanej [4], gdzie zapisano obowiązek przeprowadzania okresowych ocen stanu technicznego sekcji

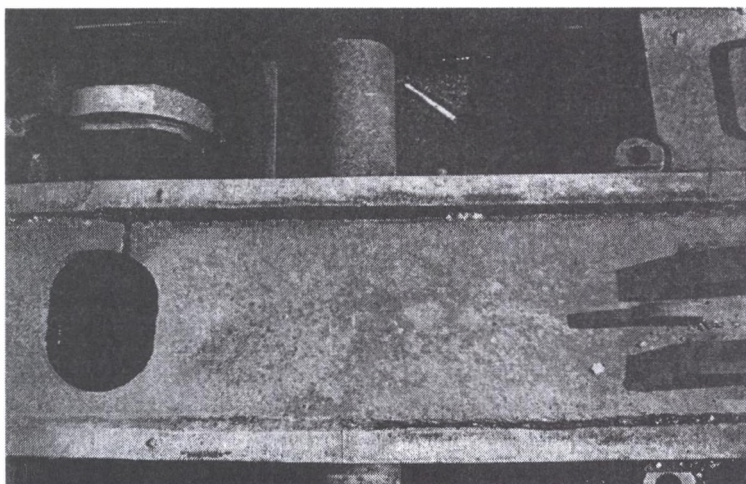
w trakcie biegu ściany oraz przeglądu technicznego obudowy po zakończeniu eksploatacji, a przed zabudowaniem sekcji w następnej ścianie.

W procesie oceny stanu technicznego elementów sekcji obudowy zmechanizowanej, oprócz wniosków z przeglądu technicznego, wykorzystane mogą być również wyniki analiz przeprowadzanych z zastosowaniem różnych systemów komputerowych. Praktyczna użyteczność tych systemów dotyczyć może zagadnień dotyczących wpływu odnotowanych uszkodzeń elementów sekcji, czy też procesów zużycia tych elementów na poziom ich wyęteżenia. W szczególności na podstawie obliczeń można ocenić, czy stwierdzone uszkodzenia lub zużycie elementów sekcji nie spowodują nadmiernego osłabienia przekrojów i zniszczenia elementu na skutek powstałych odkształceń trwałych.

Poniżej przedstawiono dwa zagadnienia dotyczące oceny stanu technicznego sekcji, przy rozpatrywaniu których systemy komputerowe mogą być użyteczne. Dotyczą one wykorzystania Metody Elementów Skończonych do oszacowania zmiany poziomu wyęteżenia elementów sekcji powstałej na skutek ubytków korozyjnych oraz w wyniku uszkodzenia spoin.

2. Wpływ uszkodzenia spoin na poziom wyęteżenia elementów sekcji

Podczas eksploatacji sekcji obudowy w wyrobiskach ścianowych zdarzają się przypadki uszkodzeń spoin, najczęściej w postaci pęknięć na określonej długości (rys. 1). W takim przypadku zawsze trzeba podejmować decyzję co do możliwości dalszego użytkowania uszkodzonych podzespołów, bądź wycofania ich z eksploatacji i wymiany na nowe. Naprawa uszkodzonych spoin w warunkach dołowych jest praktycznie niemożliwa, a wymiana uszkodzonych podzespołów nośnych sekcji obudowy zmechanizowanej jest operacją skomplikowaną, trudną do przeprowadzenia w wyrobiskach ścianowych i bardzo kosztowną. Istnieje więc potrzeba określenia wpływu lokalnych uszkodzeń spoin na wytrzymałość całego podzespołu nośnego sekcji. Na tej podstawie możliwe jest podjęcie racjonalnych decyzji dotyczących dalszego postępowania z uszkodzonym podzespołem. Zagadnienie to przeanalizowano wyznaczając wpływ uszkodzeń spoin (stwierdzonych w wyrobisku ścianowym) na wyęteżenie spągnicy sekcji obudowy zmechanizowanej FAZOS 12/28-Oz.

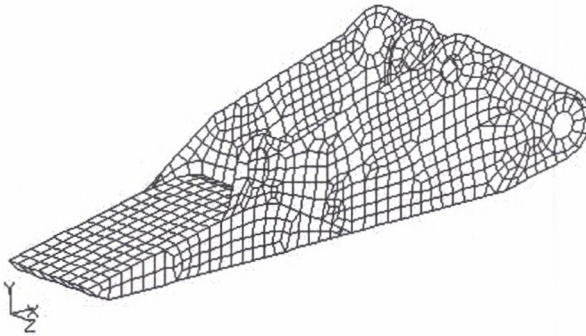


Rys. 1. Uszkodzenie spoiny łączącej tężnik z blachą poszycia osłony odzawałowej
Fig. 1. Damage to a weld between the brace and the skin plate of the gob shield

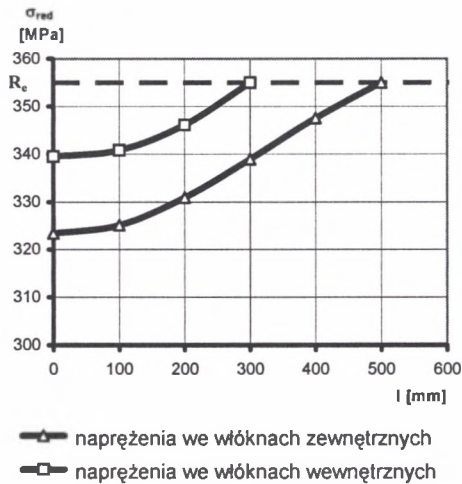
Model spągnicy sekcji obudowy zmechanizowanej Fazos 12/28-Oz pokazano na rys. 2. Składa się on z 2221 elementów powłokowych i bryłowych połączonych 2310 węzłami. Modelując połączenia spawane założono, że wytrzymałość poprawnie wykonanych i nie uszkodzonych spoin jest równa wytrzymałości litego materiału łączonych blach, natomiast pęknięcie spoiny modelowano jako brak połączenia w węzłach modelu na odcinku, na którym to pęknięcie występuje. W przypadku spągnicy sekcji obudowy typu FAZOS 12/28-Oz najczęściej występuje uszkodzenie spoiny łączącej blachę spodnią z blachą boczną. Analizowano więc wpływ tego uszkodzenia na wyężenie wszystkich elementów spągnicy, zakładając niezależne przemieszczenia węzłów elementów modelujących blachę spodnią i blachę boczną. Obliczenia wykonywano krokami, przyjmując coraz dłuższe odcinki wzdłuż których wyżej wymienione blachy spągnicy nie są połączone. Wyniki tych obliczeń, przy założeniu, że spęknięcia dotyczą spoiny łączącej jedną z blach bocznych z blachą dolną, przedstawiono na rys. 3.

Dla poprawnie wykonanych spoin maksymalne naprężenie zredukowane w spągnicy występuje w górnej części blachy bocznej i wynosi odpowiednio 324,6 MPa we włóknach zewnętrznych i 339,6 MPa we włóknach wewnętrznych. Wraz ze wzrostem długości odcinka, na którym blachy nie są połączone, rośnie wartość maksymalnego naprężenia zredukowanego. We włóknach wewnętrznych naprężenie to osiąga poziom wytrzymałości na granicy plastyczności, jeżeli blachy nie będą połączone na odcinku 300 mm. Uplastycznienie włókien zewnętrznych rozpocznie się przy braku połączenia na długości 500 mm. Lokalne

uplastycznienie całego przekroju blachy bocznej rozpoczyna się więc przy uszkodzeniu tej spoiny na długości większej niż 500 mm.



Rys. 2. Siatka elementów skończonych modelu spągnicy
Fig. 2. The FEM – mesh of a base



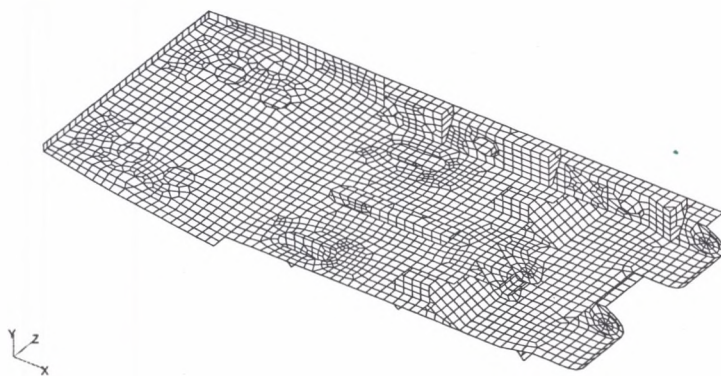
Rys. 3. Wpływ długości uszkodzonej spoiny na maksymalne naprężenie zredukowane w spągnicy
Fig. 3. Influence of a damaged weld length on the maximum reduced stress in a base

Obliczenia wykonano również przy założeniu, że uszkodzenia dotyczą spoin łączących obie blachy boczne spągnicy z blachą dolną. W tym przypadku lokalne uplastycznienie włókien wewnętrznych rozpocznie się, jeżeli spoiny będą uszkodzone na długości 300 mm, a pełne uplastycznienie fragmentów blach bocznych pojawi się przy uszkodzeniu obu spoin na długości powyżej 400 mm.

3. Wpływ ubytków korozyjnych na zmianę wyężenia elementów sekcji

Korozja maszyn i urządzeń w przemyśle górniczym jest poważnym problemem z powodu wyjątkowo agresywnego środowiska kopalnianego. Na środowisko to składają się aż trzy niszcząco działające czynniki: powietrze kopalniane, woda oraz kontakt elementów maszyn z górotworem [1]. Korozja elementów maszyn górniczych użytkowanych w wyrobiskach podziemnych może być istotnym czynnikiem wpływającym na spadek właściwości wytrzymałościowych tych podzespołów. Dotyczy to zwłaszcza elementów, które w sposób ciągły stykają się ze skałami górotworu [2, 3], a w szczególności podzespołów nośnych sekcji obudowy zmechanizowanej, takich jak stropnice, spągnice i osłony.

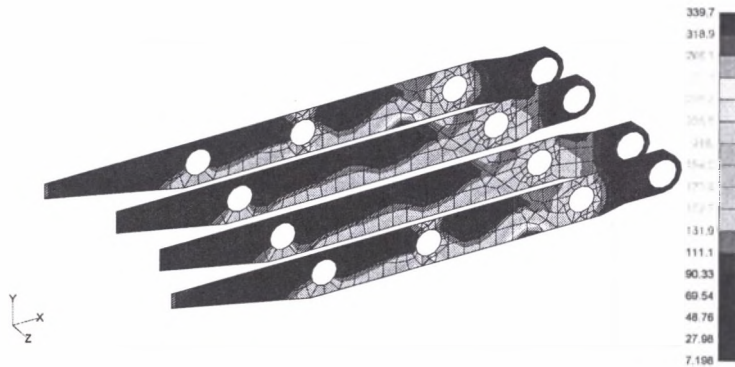
Na podstawie porównawczych badań ubytków korozyjnych płytek ze stali o różnej odporności na korozję przyjmuje się, że intensywność korozji stali 18G2A wynosi średnio 0,3 mm/rok. Zakładając, że proces korozji powoduje jednakowe ubytki grubości wszystkich blach tworzących skrzynkowy ustrój stropnicy można, korzystając z modelu stropnicy zbudowanego Metodą Elementów Skończonych, przeanalizować wpływ ubytków korozyjnych na wyężenie tego elementu sekcji. Obliczenia te wykonano na przykładzie stropnicy sekcji obudowy FAZOS 15/31-Oz. Stropnicę zamodelowano 5378 elementami powłokowymi oraz 472 elementami bryłowymi (rys. 4).



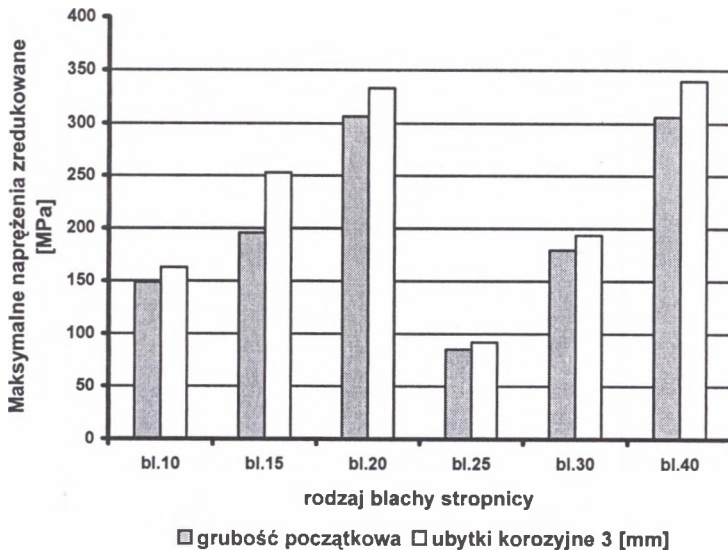
Rys. 4. Model stropnicy
Fig. 4. The FEM – model of a canopy

Przeprowadzone obliczenia wykazały, że tężniki oraz blachy stanowiące poszycie dolne stropnicy są najbardziej wyężone. Rys. 5 przedstawia mapy naprężenia zredukowanego w tężnikach dla przypadku, gdy na skutek ubytków korozyjnych grubość blachy zmniejszyła się o 3 mm. Wpływ ubytków korozyjnych na wzrost wyężenia poszczególnych blach

stropnicy przedstawiono na rys. 6. Stwierdzono, że w blachach: poszycia dolnego oraz tęcznikach, wartość naprężenia zredukowanego jest większa od 300 MPa. Najmniej wyężonym podzespołem okazały się blachy o grubości 25 mm.



Rys. 5. Rozkład naprężenia zredukowanego w tęcznikach stropnicy
Fig. 5. The reduced stress distribution in canopy braccs



Rys. 6. Wpływ ubytków korozyjnych na wzrost wyężenia blach stropnicy
Fig. 6. Influence of a corrosive sheet gauge decrement on an effort increase in canopy sheets

Zakładając średnią szybkość korozji wynoszącą 0,3 mm/rok można na podstawie podobnej analizy oszacować, iż po 15 latach użytkowania stropnicy sekcji obudowy

zmechanizowanej typu FAZOS 15/31-Oz powstałe ubytki korozyjne grubości blach sprawia, że pod wpływem obciążenia nominalnego pojawiają się lokalne odkształcenia trwałe stropnicy. W przypadku spagnicy analogiczne odkształcenia trwałe blach wystąpią już po 9 latach użytkowania.

4. Podsumowanie

Występujące podczas wieloletniej pracy sekcji obudowy zmechanizowanej ubytki korozyjne oraz uszkodzenia spoin podzespołów nośnych sekcji mają istotny wpływ na wytrzymałość tych elementów i zdolność przenoszenia przez sekcję obciążenia pochodzącego od górotworu. Decyzja dotycząca dalszego postępowania z uszkodzonym podzespołem powinna być poprzedzona analizą oceniającą wpływ tych uszkodzeń na obniżenie nośności elementu.

W przypadku stwierdzenia uszkodzeń spoin podczas pracy sekcji w ścianie, istotne znaczenie ma obserwacja rozprzestrzeniania się spękań. Występujące uszkodzenia spoin nie mogą doprowadzić do trwałych odkształceń podzespołów nośnych sekcji. W przypadku spagnicy obudowy Fazos 12/28 Oz odkształcenia trwałe wystąpią, gdy długość pękniętej spoiny będzie większa od 400 mm.

Określenie wpływu ubytków korozyjnych na wzrost wyężenia podzespołów nośnych pozwala przewidywać zagrożenia wynikające ze zmniejszenia nośności sekcji obudowy zmechanizowanej. Znając rzeczywistą wartość ubytków korozyjnych lub też zakładając średnią szybkość korozji można na podstawie obliczeń wyznaczyć rozkład naprężenia zredukowanego i stwierdzić, czy ubytki te nie spowodują odkształceń trwałych i w konsekwencji zniszczenie elementu.

LITERATURA

1. Boba J., Niedziocha Z.: Zabezpieczenia antykorozyjne konstrukcji górniczych. Materiały III konferencji naukowo-technicznej. Trwałość elementów i węzłów konstrukcyjnych maszyn górniczych. Ustroń Zawodzie 1994.
2. Łożyński J., Zawada Cz.: Wyniki pracy poremontowych zmechanizowanych obudów ścianowych. Materiały VI konferencji naukowo-technicznej. Trwałość elementów i węzłów konstrukcyjnych maszyn górniczych. Ustroń Zawodzie 1997.

3. Gierek A., Liberski P.: Zabezpieczenie antykorozyjne elementów obudów górniczych. Inżynieria Materiałowa nr 3–4, 1994.
4. Załącznik nr 4 do Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 28.06.2002 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenie ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego – Dz. U. nr 139 poz.1169 z 2002 r.)

Recenzent: Prof. dr hab inż. Włodzimierz Sikora