

Mirosław Chudek, Stanisław Duży*, Grzegorz Dyduch*, Arkadiusz Bączek**

PROBLEMY NOŚNOŚCI STALOWEJ OBUDOWY ODRZWIOWEJ WYROBISK KORYTARZOWYCH UŻYTKOWANYCH W DŁUGIM OKRESIE

1. Wprowadzenie

Najczęściej stosowaną obudową wyrobisk górniczych w kopalniach węgla kamiennego jest obudowa stalowa typu ŁP. Do podstawowych jej zalet można zaliczyć [4]:

- stosunkowo dużą nośność przy zadanej podatności,
- łatwość, szybkość i niewielką pracochłonność wykonywania,
- możliwość łatwego dostosowania kształtu obudowy do panujących warunków i kształtu wyrobiska.

Doboru obudowy, tj. wielkości kształtownika, rodzaju strzemion, okładzin, rozpór i odległości pomiędzy poszczególnymi odrzwiami, dokonuje się w oparciu o znajomość warunków górniczo-geologicznych w otoczeniu wyrobiska i wynikającej z nich wielkości obciążenia, jakie będzie oddziaływać na obudowę w trakcie jej użytkowania. Znajomość tych wielkości pozwala określić wymaganą nośność obudowy dla zapewnienia bezpieczeństwa załogi i zachowania parametrów użytkowych wyrobiska [3, 4].

Oddziaływanie środowiska agresywnego na konstrukcje stalowe powoduje jednak spadek nośności odrzwi na skutek postępującej korozji kształtownika. Sytuacja taka stwarza zagrożenie dla stateczności wyrobiska.

2. Korozja stalowej obudowy odrzwiowej w świetle badań dołowych

Prowadzone badania miały na celu kontrolę stanu technicznego obudowy wyrobisk korytarzowych użytkowanych co najmniej 20 lat na wytypowanych odcinkach przez wstępną ocenę makroskopową i pomiar grubości elementów odrzwi stalowych.

* Wydział Górnictwa i Geologii, Politechnika Śląska, Gliwice

Makroskopowa ocena stanu technicznego odrzwi obudowy obejmowała wizualną ocenę:

- stopnia skorodowania elementów odrzwi obudowy,
- stopnia skorodowania rozpór stalowych,
- stanu technicznego okładzin stalowych lub żelbetowych.

Przykłady skorodowanych odrzwi obudowy przedstawiono na rysunkach 1 i 2.



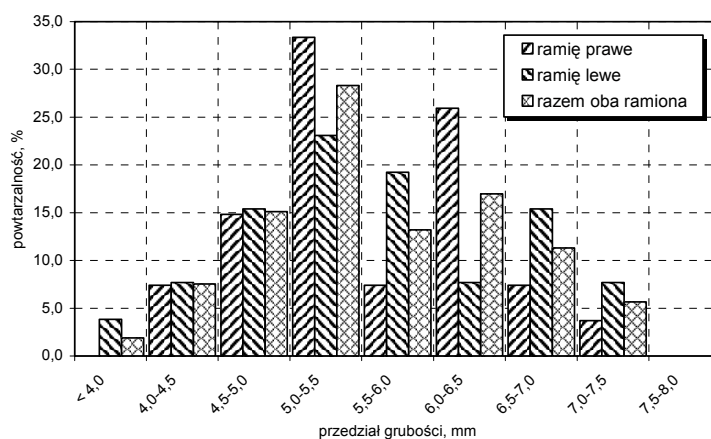
Rys. 1. Skorodowany łuk ociosowy



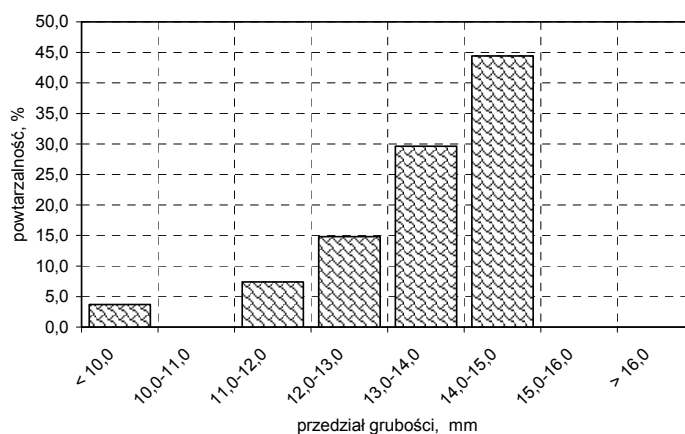
Rys. 2. Perforacja łuku ociosowego

Pomiar grubości ścianek kształtownika wykonano za pomocą grubościomierza ultradźwiękowego SONO M610 [5]. Pomiary wykonywano dla każdego wybranego odrzwi na obu łukach ociosowych w trzech miejscach w odległości ok. 0,5, 1,25 i 2,0 m, licząc od spągu wyrobiska. Każdorazowo badano grubości prawego ramienia, dna i lewego ramienia kształtownika.

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów dokonano analizy statystycznej wielkości i rozkładu korozji kształtownika w obudowie ŁP w poszczególnych odcinkach analizowanych wyrobisk. Na rysunkach 3 i 4 przedstawiono rozkłady pomierzonych grubości ścianek i dna kształtownika odrzwi obudowy ŁP.



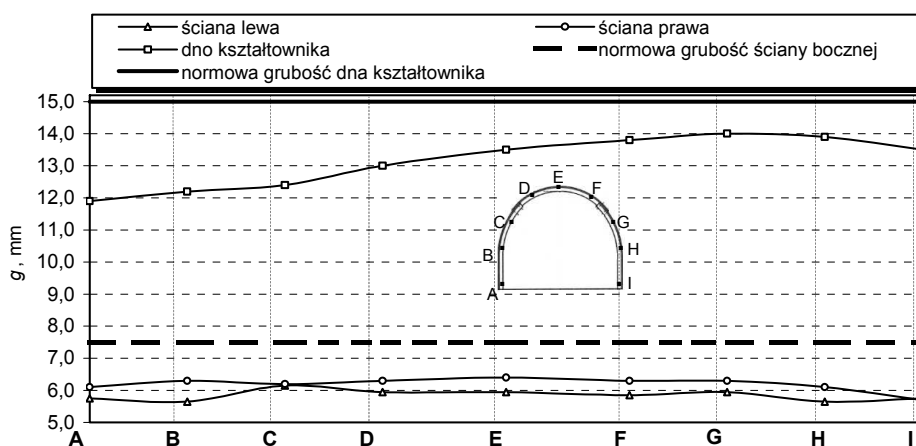
Rys. 3. Rozkład pomierzonych grubości ramion kształtownika w obudowie ŁP w analizowanym odcinku przekopu wykonanego w obudowie ŁP-8/V25/A



Rys. 4. Rozkład pomierzonych grubości dna kształtownika w obudowie ŁP w analizowanym odcinku przekopu wykonanego w obudowie ŁP-8/V25/A

Przedstawione przykładowe wyniki pomiarów korozji kształownika odrzwi obudowy ŁP wykazują, że proces korozji przebiega nierównomiernie. Porównując wielkość korozji kształownika, stwierdzić można wyraźny brak symetrii, tzn. ubytek grubości jednej ściany jest zwykle większy o $0,2 \pm 0,5$ mm. Obserwuje się tu również prawidłowość wiążącą wielkość korozji z kierunkiem przepływu powietrza względem odrzwi. Zaobserwowano, że większa korozja obejmuje ścianę kształownika od strony nawiewu powietrza.

Nierównomierność korozji kształownika odrzwi obudowy ŁP obserwowano również na obwodzie obudowy (rys. 5). Porównując wielkość ubytku grubości ścian i dna kształownika, można stwierdzić, że największe ubytki przekroju kształownika najczęściej występują w dolnej, przyspągowej części łuku ociosowego. W przypadku występujących wycieków wody z górotworu do wyrobiska obserwuje się zmianę rozkładu korozji na obwodzie odrzwi obudowy. W takim przypadku największa korozja występuje w tych miejscach na obwodzie odrzwi obudowy, w których gromadzi się najwięcej wody.



Rys. 5. Rozkład korozji kształownika wzdłuż obwodu odrzwi obudowy ŁP

Przeprowadzone pomiary wykazały również nierównomierność korozji łuków ociosowych tych samych odrzwi. Ten przypadek wiązać można również z wpływem do wyrobiska wody z otaczającego górotworu oraz ze stopnia osłonięcia odrzwi przed przepływającym przez wyrobisko powietrzem.

3. Ocena wpływu korozji na parametry geometryczne i wytrzymałościowe odrzwi obudowy stalowej

W procesie korozji elementów obudowy górniczej jednym z podstawowych problemów staje się określenie obniżenia nośności konstrukcji.

Obniżenie nośności konstrukcji odrzwi spowodowane korozją wiązać można ze [1, 2, 6]:

- zmniejszeniem wielkości przekroju poprzecznego kształownika stosowanego do wykonania odrzwi obudowy ŁP;
- zmniejszeniem wielkości momentu bezwładności i wskaźnika zginania przekroju poprzecznego kształownika stosowanego do wykonania odrzwi obudowy ŁP;
- zmianą kąta pomiędzy kierunkiem obciążenia i kierunkiem osi przekroju kształownika stosowanego do wykonania odrzwi obudowy ŁP;
- zmianą nośności zamka w wyniku zmiany parametrów geometrycznych i wytrzymałościowych jego elementów.

O nośności odrzwi obudowy decydują w głównej mierze podstawowe parametry geometryczne i wytrzymałościowe kształownika, z którego wykonane są poszczególne elementy odrzwi [3, 4].

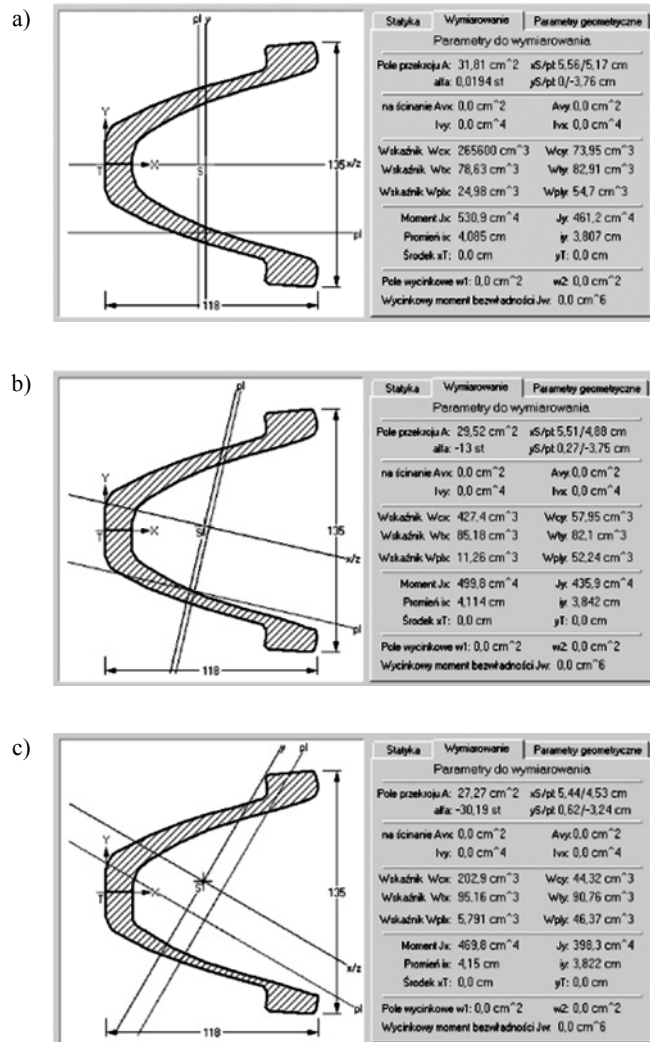
Przyjmując, że większość metod wyznaczania nośności odrzwi obudowy stalowej opiera się na założeniu mimośrodowego ściskania przekroju kształownika, analizą objęto dwa podstawowe parametry, a mianowicie przekrój poprzeczny kształownika oraz jego wskaźnik zginania.

Obliczenia zmian przekroju poprzecznego oraz wskaźnika zginania w wyniku korozji przeprowadzono przy przyjęciu następujących założeń:

- korozja materiału kształownika może przebiegać według schematu określonego na podstawie badań dołowych,
- przedział wielkości korozji kształownika przyjęto od 0 do 4 mm (ubytek maksymalnie połowy grubości kształownika),
- do obliczeń przyjęto kształownik V25,
- przekrój poprzeczny kształownika jest figurą płaską,
- obliczenia wielkości przekroju poprzecznego kształownika oraz jego wskaźnika zginania wykonano przy pomocy programu komputerowego „Rama 3D” (rys. 6).

Analizując zmienność wartości wskaźnika zginania w zależności od głębokości i nierównomierności korozji powierzchniowej, stwierdzono również zmianę położenia głównych centralnych osi bezwładności przekroju (rys. 6). Osie te uległy przemieszczaniu w zależności od kombinacji głębokości i miejsca korozji. Zjawisko to może powodować w praktyce znaczne różnice pomiędzy przyjmowanymi normowymi parametrami charakteryzującymi rozkład i wielkość obciążenia obudowy, a także sił wewnętrznych w profilu z rzeczywistymi, występującymi w danym przypadku.

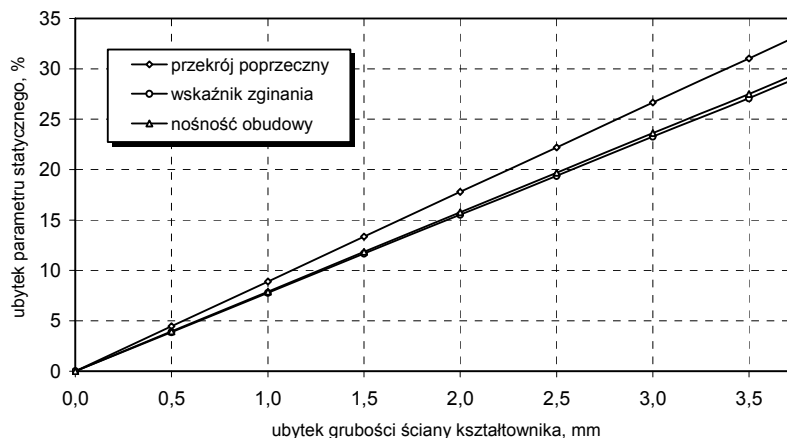
Nośność obudowy stalowej podatnej charakteryzuje się najczęściej jako maksymalne obciążenie, które może przenieść obudowa bez utraty stateczności. W celu określenia wpływu korozji na nośność odrzwi obudowy ŁP przeprowadzono analizę numeryczną wpływu korozji na nośność odrzwi obudowy ŁP w oparciu o kryterium wytrzymałości profilu [3, 4].



Rys. 6. Kształtowanie się położenia głównych centralnych osi bezwładności przekroju V25 w przypadku niesymetrycznego rozkładu korozji powierzchniowej w zależności od jej wielkości:

- a) profil V25 bez korozji; b) profil V25 z korozją jednego ramienia o wielkości 2 mm;
c) profil V25 z korozją jednego ramienia o wielkości 4 mm

Przeprowadzone obliczenia wielkości powierzchni przekroju poprzecznego oraz wskaźnika zginania profilu V25 wykazały, że w wyniku korozji powierzchniowej kształtownika na głębokość do 4 mm pole przekroju poprzecznego może ulec zmianie nawet do 35%, a wielkość wskaźnika zginania przekroju poprzecznego nawet do 30%. Powoduje to znaczne obniżenie nośności profilu, zarówno w przypadku jego ściskania lub rozciągania, jak i zginania nawet o ponad 30% (rys. 7).



Rys. 7. Kształtowanie się zmian podstawowych parametrów geometrycznych i statycznych odrzwi stalowych w wyniku ich korozji

4. Podsumowanie

Zagadnienie nośności obudowy stalowej pracującej w warunkach niekorzystnego oddziaływania agresywnego środowiska kopalnianego ma szczególne znaczenie dla stateczności wyrobisk korytarzowych. Wynikiem oddziaływania środowiska agresywnego na konstrukcje stalowe jest postępująca korozja materiału, która może prowadzić do utraty nośności przez poszczególne odrzwa obudowy.

Najczęściej występującymi typami korozji konstrukcji stalowych pracujących w kopalniach głębinowych są: korozja ogólna (w tym korozja szczelinowa) i korozja wżerowa [1, 2, 6]. W przypadku odrzwi stalowej obudowy podatnej szczególnie niebezpieczna jest korozja szczelinowa. Miejscami najbardziej narażonymi na ten typ korozji są szczeliny między lukami łączonymi na zakładkę oraz między lukiem a strzemieniem. Efektem działania korozji tego typu może być zmiana charakterystyki pracy odrzwi podatnych prowadząca w efekcie do całkowitego ich usztywnienia. Korozja wżerowa powoduje powstawanie wżerów w elementach obudowy, które działając jak karby, powodują jej łamliwość. Korozja ogólna powoduje ścienienie elementów konstrukcyjnych obudowy, a więc zmianę jej parametrów geometrycznych i statycznych.

Intensywność przebiegu procesu korozyjnego zależy od wielu czynników, z których najważniejsze to: wilgotność i temperatura powietrza przepływającego przez dane wyrobisko, prędkość przepływu powietrza, dopływ wody do wyrobiska, stopień agresywności środowiska itp.

Przeprowadzone obliczenia wpływu korozji na nośność odrzwi obudowy ŁP wykazały, że w wyniku korozji powierzchniowej kształtownika na głębokość do 4 mm wielkość nośności odrzwi ze względu na wytrzymałość kształtownika może ulec zmianie nawet do 40%.

Stwierdzić należy, że z punktu widzenia nośności odrzwi najbardziej niekorzystny jest niesymetryczny rozkład korozji kształownika. Stan taki wynika z nierównomiernego ubytku materiału w wyniku korozji oraz powoduje największe obniżenie wskaźnika zginania i największe przesunięcie osi obojętnej kształownika.

Niekorzystna, z punktu widzenia nośności odrzwi, jest również nierównomierność korozji na obwodzie odrzwi. Wystąpienie maksymalnej korozji w miejscu występowania ekstremalnych wartości sił wewnętrznych może spowodować w wyrobisku niebezpieczne zdarzenia.

LITERATURA

- [1] *Bocheński W., Paczeński K., Rulka K., Sawka B.*: Zabezpieczanie stalowych obudów odrzwiowych przed korozyjnym działaniem środowiska kopalnianego. Katowice, Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa 1993
- [2] *Chudek M., Duży S., Dyduch G.*: Wpływ korozji na nośność stalowych odrzwi podatnych. *Budownictwo Górnicze i Tunelowe*, 3, 2005, 7–15
- [3] *Chudek M., Duży S., Kleta H.*: Praktyczne aspekty projektowania stalowej obudowy łukowej podatnej. *Budownictwo Górnicze i Tunelowe*, 4, 1999, 15–22
- [4] *Chudek M.*: Obudowa wyrobisk górniczych. Część 1. Obudowa wyrobisk korytarzowych i komorowych. Katowice, Wydawnictwo „Śląsk” 1986
- [5] *Lewińska-Romicka A.*: Badania nieniszczące. Podstawy defektoskopii. Warszawa, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne 2001
- [6] *Rotkegel M., Prusek S., Stokłosa J., Malesza A.*: Ocena stopnia skorodowania odrzwi obudowy chodnikowej na przykładzie ZG „Bytom III”. *Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie*, 9, 2004, 13–20