



Projektowanie obudowy wyrobisk specjalnych z uwzględnieniem obciążeń użytkowych

Stanisław DUŻY¹⁾, Grzegorz DYDUCH²⁾

¹⁾ Politechnika Śląska, Gliwice

²⁾ Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa, Inżynierii Bezpieczeństwa i Automatyki Przemysłowej, Gliwice, Poland, e-mail: grzegorz.dydych@polsl.pl

<http://doi.org/10.29227/IM-2020-02-38>

Submission date: 23-10-2020 | Review date: 23-11-2020

Abstract

Obudowa, obok zabezpieczenia wyrobiska przed ciśnieniem deformującego się górotworu, pełni również funkcję konstrukcji nośnej dla wyposażenia wyrobiska. Dla realizacji procesu technologicznego w kopalni podziemnej wykonuje się często wyrobiska specjalne, charakteryzujące się, poza znacznymi wymiarami przekroju poprzecznego, dodatkowymi obciążeniami obudowy pochodzącymi od podwieszonych na niej elementów. Podjęty problem został przedstawiony na przykładzie wyrobisk komorowych pełniących funkcję stacji przeładunkowych. Realizacja zadań transportowych w tych wyrobiskach wymagała zabudowy większej liczby tras kolejki podwieszanej. Do rozwiązania zadania wykorzystano metody numeryczne uwzględniające obciążenie ze strony górotworu oraz obciążenie statyczne i dynamiczne, pochodzące od zainstalowanych i przemieszczających się urządzeń transportowych. W artykule przedstawiono również założenia do postępowania przy projektowaniu wyrobisk specjalnego przeznaczenia.

Słowa kluczowe: wyrobiska górnicze, stateczność wyrobisk, obudowa wyrobisk górniczych, dobór obudowy

1. Wstęp

Prowadzenie podziemnej eksploatacji górniczej wymaga wykonania i utrzymywania wielu wyrobisk korytarzowych i komorowych. Roboty górnicze w otaczającym je górotworze powodują zachwianie równowagi panujących w nim naprężeń i odkształceń, co w konsekwencji prowadzi do przemieszczeń masywu w stronę wybranej przestrzeni i obciążenia obudowy wyrobisk. Względy technologiczne często wymagają wykonywania wyrobisk o dużych wymiarach przekroju poprzecznego, co jest powodem rosnących obciążeń obudowy oraz zwiększenia rozpiętości elementów obudowy wpływającej na niekorzystny rozkład i wielkość sił wewnętrznych i naprężeń. Z drugiej strony mechanizacja robót górniczych powoduje, że obudowa staje się konstrukcją nośną dla wyposażenia wyrobiska, co powoduje dodatkowe jej obciążenie i zwiększa wymagania w zakresie jej nośności.

Z tego punktu widzenia stwierdza się, że utrzymanie stateczności wyrobisk wymaga prowadzenia specjalnych działań zmierzających do wzrostu podporności obudowy, szczególnie w rejonach występowania największych jej obciążeń ze strony deformującego się górotworu i obciążeń użytkowych.

2. Podstawy teoretyczne obliczeń statycznych obudowy wyrobisk górniczych

Obudowa wyrobisk korytarzowych obciążona jest siłami lub ciśnieniem powstałymi wskutek występowania wielu różnych czynników takich jak lokalizacja wyrobiska, właściwości ośrodka, procesy naprężeniowo – deformacyjne zachodzące w górotworze, parametry techniczne wyrobiska, konstrukcja obudowy czy wyposażenie wyrobiska i sposób jego użytkowania itp. [1,5,7] (rys. 5.2).

Obciążenia działające na obudowę można podzielić na [12,13,14,15]:

- oddziaływanie stałe – oddziaływanie, które prawdopodobnie występuje w sposób ciągły przez okres

odniesienia i którego zmiany wartości w czasie są małe w porównaniu z wartością średnią lub zmieniają się tylko w jednym kierunku, zmierzając do jakiejś wartości granicznej.

- oddziaływanie zmienne – oddziaływanie, którego zmiany wartości w czasie nie są pomijalne w porównaniu z wartością średnią i nie są monotoniczne.

Do obciążeń stałych zalicza się ciężar własny stałych elementów konstrukcji obudowy i wyposażenia wyrobiska, ciężar skał zawartych w strefie odprężonej, plastycznej lub zniszczenia oraz ciśnienie hydrostatyczne wody.

Obciążenie zmienne to głównie obciążenie technologiczne oraz środowiskowe. Te pierwsze zależne są od funkcji i sposobu użytkowania wyrobiska, zaś drugie zależne od środowiska, w którym wyrobisko jest wykonane.

W praktyce mogą występować jeszcze obciążenia wyjątkowe, tj. obciążenia, których wystąpienie ze znaczną wartością jest mało prawdopodobne w rozpatrywanej konstrukcji i w danym okresie odniesienia.

Przy sprawdzaniu stanów granicznych nośności konstrukcji obudowy zwykle stosuje się kombinację podstawową obciążenia, która ma postać:

$$q_p = \sum_{i=1}^m \gamma_{fi} \cdot G_{ki} + \sum_{i=1}^m \psi_{oi} \cdot \gamma_{fi} \cdot Q_{ki}, kN/m, \quad (1)$$

gdzie: G_{ki} , Q_{ki} – wartości charakterystyczne obciążeń stałych; G_{ki} , Q_{ki} – wartości charakterystyczne obciążeń zmiennych; γ_{fi} – współczynnik obciążenia; ψ_{oi} – współczynniki jednoczesności obciążeń zmiennych.

Jeżeli mogą wystąpić obciążenia wyjątkowe, to stosuje się kombinację wyjątkową, która przyjmuje postać:

$$q_w = \sum_{i=1}^m \gamma_{fi} \cdot G_{ki} + 0,8 \cdot \sum_{i=1}^n \gamma_{fi} \cdot Q_{ki} + F_a, kN/m, \quad (2)$$



Rys. 1. Rodzaje obciążenia obudowy wyrobisk korytarzowych i komorowych [1,5,7]

Fig. 1. Load types of mine galleries [1,5,7]

gdzie: F_a – obciążenie wyjątkowe, kN/m; G_{ki} , Q_{ki} , γ_{fi} , ψ_{oi} – ja we wzorze (1).

Wymiarowanie stalowej obudowy odrzwiowej podatnej zaleca się wykonywać etapami.

W etapie I wymiarowanie stalowej obudowy odrzwiowej prowadzi się w stanie usztywnionym metodą stanów granicznych stosując model ciała sztywno – plastycznego ze wzmocnieniem. Uproszczoną zależność, określającą wielkość naprężeń dopuszczalnych w stanie granicznym nośności dla modelu ciała sprężysto – plastycznego ze wzmocnieniem przedstawia wzór [2,4,5]:

$$\sigma_{dop} = \frac{R_e \cdot (m_s + n_1)}{\gamma_s \cdot m_1}, \text{ MPa}, \quad (3)$$

gdzie: σ_{dop} – dopuszczalna wartość naprężeń w obudowie, MPa; R_e – granica plastyczności stali przy rozciąganiu i ścisnieniu, MPa; m – współczynnik Schaefera; n_1 – współczynnik zależny od granicy plastyczności i wytrzymałości stali na rozciąganie; γ_s – współczynnik materiałowy zależny od granicy plastyczności stali; m_1 – współczynnik warunków pracy obudowy uzależniony od funkcji i przewidywanego okresu istnienia wyrobiska.

Etap II obejmuje dobór parametrów konstrukcyjnych złącza w oparciu o określoną wymaganą jego nośność:

$$N_z = 0,8 \cdot N \cdot d_p, \text{ kN}, \quad (4)$$

gdzie: N_z – wartość nośności złącza odrzwi obudowy, kN; N – wartość siły osiowej w miejscu złącza odrzwi dla prognozowanego całkowitego obciążenia obliczeniowego przypadającego na 1 mb wyrobiska, kN; d_p – odległość między odrzwiami obudowy ŁP obliczona ze wzoru (1), [m].

Etap III obejmuje sprawdzenie posadowienia odrzwi obudowy w oparciu o przybliżony warunek:

$$A_{min} = \frac{0,5 \cdot q_c \cdot S_w}{R_c}, \text{ m}^2, \quad (5)$$

gdzie: A_{min} – wymagana wielkość powierzchni posadowienia łuku ociosowego odrzwi, m^2 ; q_c – obciążenie obliczeniowe odrzwi obudowy, MN/m; S_w – szerokość wyrobiska w świetle obudowy, m; R_c – wytrzymałość obliczeniowa na ścisnienie skał spągowych, MPa.

Wartości sił wewnętrznych i naprężeń w odrzwiach obudowy oblicza się za pomocą modelowania numerycznego

metodą elementów skończonych. Obliczenia obudowy najczęściej przeprowadza się przy założeniu, że odrzwia tworzą konstrukcje belkowe, przez które rozumie się matematyczne modele obliczeniowe wykonywane w postaci odpowiednio ukształtowanych odcinków prostych (prętów) połączonych ze sobą, a wykonanych z typowych profili górniczych.

3. Przykład planowanej przebudowy odcinka przekopu w celu uzyskania gabarytów przekroju poprzecznego dla stworzenia stacji przeładunkowej materiałów z kołowej kolei podziemnej na samojezdną, spalinową kolej podwieszaną

3.1. Ogólna charakterystyka przebudowywanego wyrobiska

Planowane do przebudowy wyrobisko wykorzystywane jest jako arteria wentylacyjna i transportowa. W ramach wyposażenia zabudowane są w nim 2 torowiska kolei podziemnej o rozstawie torów 900 mm oraz przejście dla załogi. Na łukach stropnicowych podwieszane są rurociągi oraz kable energetyczne mediów kopalnianych, a także trasa (odcinkowo 2 ciągi tras) kolejki podwieszanej typu KSP (rys. 2a). Na łukach ociosowych podwieszane jest okablowanie oświetlenia i łączności dołowej (rys. 2b).

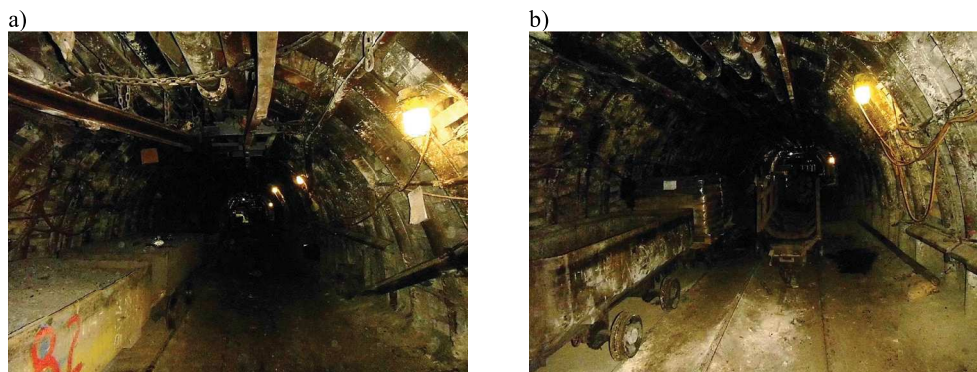
Przebudowę odcinka przekopu planowano wykonać z obudowy ŁP10/V32 na obudowę o rozmiarach 7,2 m × 5,2 m. Wybór podyktowany był koniecznością zmiany funkcji przebudowanego odcinka wyrobiska na stację przeładunkową materiałów z kolei podziemnej kołowej na kolej spalinową, podwieszaną, samojezdną. Na przebudowanym odcinku zaplanowano zabudowę podwójnego toru zarówno kolei podziemnej kołowej jak i kolei spalinowej podwieszanej.

Ze względu na zabudowę kolei podwieszanej na obudowie, w obliczeniach konieczne było uwzględnienie obciążenia obudowy pochodzące zarówno od górotworu jak i maksymalnego ciężaru elementów transportowanych koleją podwieszaną.

Z uwagi na projektowany, długi okres istnienia ww. stacji przeładunkowej zaproponowano zastosowanie jako opinki betonitów układanych na długości łuku stropnicowego oraz siatki węzłowej ciężkiej na łukach ociosowych. Zalecono posadowienie obudowy na stopach podporowych o powierzchni min. 400 cm^2 .

3.2. Warunki geologiczno-górnice w otoczeniu analizowanego odcinka wyrobiska

Planowany do przebudowy odcinek wyrobiska zlokalizowany jest w górotworze karbońskim w pakiecie skał ilowcowo-piaskowcowych warstw górnorudzkich. Według



Rys. 2. Widok planowanego do przebudowy wyrobiska. a) z podwójną trasą kolejki podwieszanej; b) z pojedynczą trasą kolejki podwieszanej
 Fig. 2. View of mine gallery planned to reconstruction: a) with double overhead rail along the route; with single overhead rail along the route

wykonanych badań penetrometrycznych wytrzymałości skał z rejonu planowanych robót kształtują się następująco:

- iłowiec – $R_c = 37,3 \div 24,7$ MPa, przy zmienności 35%,
- piaskowiec – $R_c = 42,6$ MPa, przy zmienności 19%,
- węgiel pokładu 404/5 – $R_c = 11,2$ MPa, przy zmienności 26%,
- węgiel pokładu 405/1 – $R_c = 13,4$ MPa, przy zmienności 26%.

Zgodnie z wykonanymi badaniami penetrometrycznymi średnia wytrzymałość na wytrzymanie skał w stropie wyrobiska wynosi 37,97 MPa, przy współczynniku zmienności 31%.

Na wybiegu planowanego do przebudowy odcinka przekopu nie stwierdzono zaburzeń tektonicznych.

Przekop zaliczony jest do 1-go stopnia zagrożenia wodnego. Według uzyskanych danych jedynie w rejonie skrzyżowań istnieje możliwość zmiany własności fizykomechanicznych skał z uwagi na wzrost ich zawilgocenia.

W otoczeniu przekopu na analizowanym odcinku nie prowadzono robót górniczych ani nad ani pod poziomem wyrobiska. Brak jest też oddziaływujących krawędzi eksploatacji i wyrobisk równoległych do przekopu.

W rejonie projektowanej stacji w trakcie prowadzenia eksploatacji górniczej wystąpiły wstrząsy wysokoenergetyczne. Maksymalną energię wstrząsu określono na wielkość $9 \times E6$ J, a incydentalnie $E7$ J. Dalsza eksploatacja górnicza projektowana jest w dużej odległości od analizowanego wyrobiska.

W miejscu planowanej przebudowy przekop zaliczony jest do następujących zagrożeń naturalnych: I stopień zagrożenia wodnego, klasa B zagrożenia pyłowego, nie występują zagrożenia metanowe i tapaniami.

3.3. Obciążenie obudowy analizowanego odcinka wyrobiska

Przeprowadzone obliczenia obciążenia ze strony górotworu obudowy odcinka przebudowywanego przekopu w celu uzyskania gabarytów dla stworzenia stacji przeładunkowej materiałów z kołowej kolei podziemnej na samojezdną, spalinową kolej podwieszaną wynoszą 181 kN/m.

Oprócz obciążenia ze strony górotworu obudowa odcinka przekopu, w celu uzyskania wymaganych gabarytów przekroju poprzecznego, spełniać będzie funkcję konstrukcji nośnej dla:

- dwóch torów jezdnych kolejki podwieszanej, po których jeździć będą lokomotywy spalinowe o długości ok. 9 m i masie własnej ok. 5000 kg wraz z zestawem transportowym o długości ok. 18 m i masie własnej ok. 3000 kg; w sumie zestaw transportowy wraz z lokomotywą będzie miał długość ok. 27 m, a jego sumaryczna masa będzie wynosić ok. 8000 kg; zestaw podnosił będzie elementy o maksymalnej masie 18 000 kg (sekcja obudowy zmechanizowanej),

awem transportowym o długości ok. 18 m i masie własnej ok. 3000 kg; w sumie zestaw transportowy wraz z lokomotywą będzie miał długość ok. 27 m, a jego sumaryczna masa będzie wynosić ok. 8000 kg; zestaw podnosił będzie elementy o maksymalnej masie 18 000 kg (sekcja obudowy zmechanizowanej),

- rurociągów,
- kabli teletechnicznych.

Schemat układu transportowego przyjęty do obliczeń przedstawiono na rys. 3.

Do obliczeń przyjęto najmniej korzystny układ obciążeń technologicznych obudowy, w którym lokomotywa spalinowa będzie transportować pojedynczy element (np. sekcję obudowy zmechanizowanej) o maksymalnej masie własnej 18 000 kg, podwieszony na belce transportowej w układzie „duo”. W obliczeniach uwzględniono również masę własną wszystkich elementów układu transportowego [6,10,12].

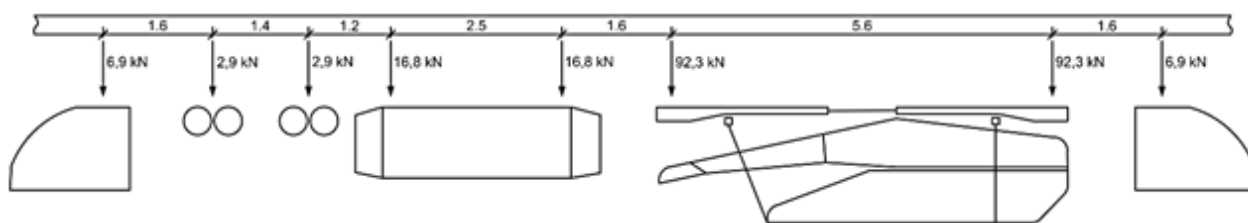
3.4. Obliczenia statyczne obudowy wyrobiska

Wielkość oddziaływania górotworu na obudowę projektowanego wyrobiska przyjęto dla kombinacji najmniej korzystnych warunków geologiczno-górniczych i obciążeń technologicznych. Dla tak przyjętego modelu określono maksymalne wielkości naprężeń w elementach obudowy przy wykorzystaniu metody elementów skończonych.

Na rys. 4 w postaci geometrycznej wizualizacji przedstawiono przykładowy model numeryczny obudowy przyjęty do obliczeń.

Obliczenia przeprowadzono przyjmując następujące założenia [2,3,8,9,11]:

- obudowa w analizowanym wyrobisku wzdłuż wybiegu obciążona jest obciążeniem statycznym wynoszącym 181 kN/m,
- obciążenie drzwi jest rozłożone równomiernie na całej szerokości obudowy,
- w obliczeniach uwzględniono dodatkowe obciążenie obudowy wynikające z obciążenia technologicznego (rys. 3),
- do obliczeń przyjęto najmniej korzystny układ obciążeń technologicznych obudowy, przy założeniu że wystąpi on równocześnie na obydwu torach jezdnych kolejki podwieszanej,
- z uwagi na funkcję i planowane wyposażenie wyro-



Rys. 3. Układ transportowy przyjęty do obliczeń obciążeń technologicznych obudowy przedmiotowego wyrobiska
 Fig. 3. The transport system adopted for calculating the technological loads of the gallery

biska w prowadzonej analizie posłużono się modelem przestrzennym obudowy,

- odrzwi obudowy wykonane są z profilu V32,
- rozstaw odrzwi obudowy wynosi 0,75 m,
- odrzwia wykonane są ze stali o podwyższonych parametrach wytrzymałościowych (np. S480W lub równoważnej), tj.: $Re = 480 \text{ MPa}$ i $Rm = 650 \text{ MPa}$,
- śruby w strzemionach złącz obudowy podatnej dokręcone są z momentem 450 Nm,
- do stabilizacji poprzecznej odrzwi zastosowano rozporę stalowe dwustronnego działania rozmieszczone na obwodzie wyrobiska w odstępach nie większym niż 1,2 m,
- łuki ociosowe posadowione są na stopach podporowych o powierzchni min. 400 cm^2 , ograniczających możliwość przemieszczenia pionowego punktów posadowienia obudowy,
- stalową obudowę odrzwiową wzmocniono wzdłuż całego wybiegu dwoma rzędami podciągów wykonanych z kształtownika V32, przykotwionych kotwami stalowymi o długości 5,8 m i nośności min. 350 kN,
- obliczenia naprężeń granicznych σ_{dop} przeprowadzono przy przyjęciu współczynnika bezpieczeństwa $m_1 = 1,5$.

Dla tak opracowanego modelu numerycznego obliczono wartości sił wewnętrznych (rys. 5 ÷ 6) oraz naprężeń zredukowanych (rys. 7) w elementach obudowy przy użyciu programu Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2016 [10,16].

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że stopień wyczerpania nośności najbardziej wyęźmionego przekroju elementów konstrukcyjnych obudowy po jej wzmocnieniu dwiema parami kotew stalowych wynosi:

- odrzwia obudowy $k = 0,83$
- podciągi $k = 0,59$
- kotwy $k = 0,72$

Podsumowując wykonane obliczenia można stwierdzić, że projektowana obudowa wyrobiska po wzmocnieniu dwoma rzędami podciągów przykotwionych kotwami o nośności min. 350 kN spełnia kryterium bezpieczeństwa.

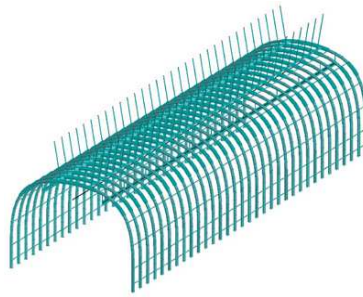
4. Podsumowanie

Przeprowadzone obliczenia symulacyjne i analiza ich wyników nasuwa jednoznaczny wniosek, że w obliczeniach statycznych obudowy wyrobisk podziemnych należy uwzględnić nie tylko obciążenie ze strony górotworu, ale również obciążenia użytkowe.

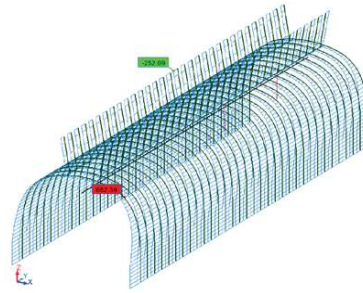
Analiza wyników wielowariantowych obliczeń numerycznych wykazała, że:

- największym obciążeniem użytkowym odrzwi obudowy najczęściej jest ciężar podwieszanej lokomotywy transportującej sekcję obudowy zmechanizowanej. Wzrost wartości obciążenia w odrzwiach osiągać może wówczas nawet 80% wartości obciążenia ze strony górotworu i z reguły przekracza wartość 40 kN,
- podwieszanie przenośnikiem zgrzeblowym lub kolejką podwieszaną do transportu ludzi powoduje wzrost obciążenia odrzwi na poziomie od 6% do 47% wartości obciążenia ze strony górotworu i często przekracza wartość 40 kN,
- dodatkowe obciążenie wentylatorem lutniowym i chłodnicą powietrza powoduje wzrost obciążenia odrzwi na poziomie od 1% do 15%. W tym przypadku z reguły obciążenie odrzwi nie przekracza wartości 40 kN,
- przeprowadzona analiza jednoczesności występowania obciążeń technologicznych wykazała, że przy występowaniu dwóch obciążeń technologicznych jednocześnie, wartości sił wewnętrznych wzrastają jeszcze bardziej i modele obliczeniowe powinny to uwzględnić,
- przeprowadzona analiza współpracy sąsiadujących ze sobą odrzwi obciążanych przejazdem kolejki podwieszanej wykazała, że odrzwia sąsiednie, bez podwieszanej szyny jezdnej, praktycznie w ogóle nie biorą udziału w przenoszeniu sił i ugięć. Wartości sił wewnętrznych i ugięć w stosunku do odrzwi obciążanych kształtują się w nich na poziomie od 0% do 4%. Brak współpracy wynika z tego, że obudowa odrzwiowa w kierunku podłużnym łączona jest rozporami o stosunkowo małej sztywności. Obudowa odrzwiowa nie posiada cech rusztu, który w obydwu prostopadłych do siebie kierunkach ma zbliżone sztywności elementów obudowy.

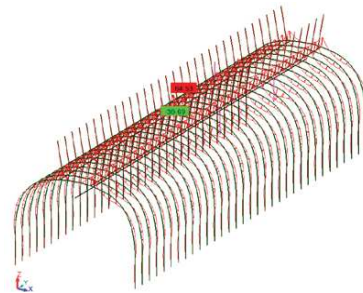
Dla zwiększenia stopnia bezpieczeństwa obudowy wyrobiska na etapie jej doboru, obciążenie ze strony wyposażenia podwieszanego na obudowie powinno być uwzględniane obok obciążenia liniowego ze strony górotworu jako dodatkowa siła skupiona działająca w miejscu zabudowy elementu obciążającego obudowę. W oparciu o tak przeprowadzoną analizę statyczną konstrukcji obudowy będzie można sformułować szczegółowe warunki dotyczące współpracy obudowy z wyposażeniem wyrobiska jak np. zwiększenie liczby punktów podwieszenia szyny jezdnej dla umożliwie-



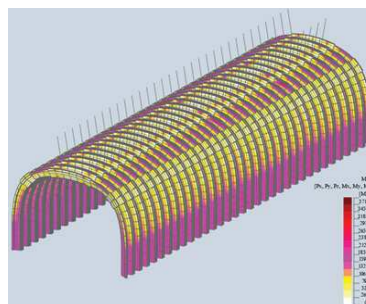
Rys. 4. Geometryczna wizualizacja modelu numerycznego obudowy stacji przeładunkowej przyjętej do obliczeń
 Fig. 4. Geometric visualization of the numerical model of the transshipment station lining adopted for calculations



Rys. 5. Kształtowanie się wielkości sił osiowych w elementach obudowy
 Fig. 5. The magnitude of axial forces in the lining components



Rys. 6. Kształtowanie się wielkości momentów zginających w elementach obudowy
 Fig. 6. The magnitude of bending moments in the lining components



Rys. 7. Kształtowanie się wielkości naprężeń zredukowanych w elementach obudowy
 Fig. 7. The magnitude of the von Mises stress in the lining components

nia transportu elementów o dużej masie, czy też zwiększenie nośności obudowy (zmniejszenie odległości pomiędzy odrzwiami, zwiększenie nośności odrzwi poprzez zastosowanie cięższego profilu, wyższego gatunku stali lub zwiększenie nośności złącz) obciążonej elementami wyposażenia wyrobiska.

Podsumowując należy stwierdzić, że problem obliczeń statycznych obudowy jest złożony i wymaga dostosowania do warunków rzeczywistych. Szczególnie w przypadku coraz szerszego stosowania w kopalniach transportu kolejkami podwieszanymi, występowania coraz trudniejszych warunków geologiczno-górnictwowych oraz wymagań ekonomicznych.

Literatura – References

1. Chudek M., Duży S., Głuch P., Kleta H., Cholewa M., Winch M.: Stateczność wyrobisk korytarzowych warunkiem efektywnej eksploatacji i bezpieczeństwa pracy w kopalniach podziemnych. Zagadnienia wybrane. Monografia, Wyd. KGBPiOP Pol. Śl., Gliwice 2011.
2. Chudek M., Duży S., Kleta H., Kłeczek Z., Stoiński K., Zorychta A.: Zasady doboru i projektowania obudowy wyrobisk korytarzowych i ich połączeń w zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny. Wyd. KBPiOP Pol. Śl., Gliwice 2000.
3. Chudek M.: Geomechanika z podstawami ochrony środowiska górniczego i powierzchni terenu. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2002.
4. Chudek M.: Obudowa wyrobisk górniczych cz. 1. Obudowa wyrobisk korytarzowych i komorowych. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice, 1986.
5. Duży S.: Dobór stalowej obudowy odrzwiowej podatnej wyrobisk korytarzowych w świetle metody stanów granicznych. III Polski Kongres Górniczy 2015, Wrocław, 14-16.09.2015. Rozszerzone abstrakty. Wrocław: Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej, 2015.
6. Duży S.: Studium niezawodności konstrukcji obudowy i stateczności wyrobisk korytarzowych w kopalniach węgla kamiennego z uwzględnieniem niepewności informacji. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007.
7. Duży S., Koszowski P.: Wpływ obciążeń technologicznych na zachowanie się odrzwi stalowej obudowy odrzwiowej podatnej wyrobiska korytarzowego. Budownictwo Górnicze i Tunelowe, 2016, nr 2.
8. Europejskie Technologie Górnicze sp. z o.o.: Katalog obudów specjalnych, wydanie IV. Ślawków, maj 2016.
9. Ferrit s.r.o. Lokomotywa spalinowa podwieszona DLZ 110F.
10. Filcek H., Walaszczyk J., Tajduś A.: Metody komputerowe w geomechanice górniczej. Śląskie Wydawnictwo Techniczne, Katowice, 1994.
11. Huta Łabędy S.A.: Katalog wyrobów dla górnictwa, Gliwice 2017.
12. Lichołaj L.: Budownictwo ogólne: praca zbiorowa. T.3, Elementy budynków – podstawy projektowania. Wydawnictwo Arkady, Warszawa, 2010.
13. PN-82/B-02000: Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
14. PN-82/B-02001: Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
15. PN-82/B-02003: Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.
16. Robot Millennium: podręcznik użytkownika tom 1. RoboBAT – Wersja 19.0. Firma informatyczna RboBAT, Kraków, 2006.

Designing the Lining of Special Galleries with Consideration of Imposed Loads

The lining, in addition to securing mine galleries against the pressure of deforming rock mass, often acts as a supporting structure for the gallery equipment. In order to implement the technological process in an underground mine, special galleries are also created. Apart from significant cross-section dimensions, these special galleries are characterised by additional lining loads resulting from the equipment suspended on it. The problem under consideration was presented on the example of chamber workings used as loading stations. The implementation of transportation tasks in these workings required the construction of more suspended railway routes. To solve this task, numerical methods were used, taking into account the load from the rock mass, as well as the static and dynamic load from the installed and moving transport equipment. Additionally, this paper presents the procedural principles for designing special purpose galleries.

Keywords: *mining excavations, excavation stability, mining excavation support, selection of the support*