

Krzysztof KRAUZE, Krzysztof KOTWICA, Tomasz WYDRO
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

ZASTOSOWANIE TYMCZASOWEJ OBUDOWY ZMECHANIZOWANEJ W PROCESIE DRAŻENIA WYROBISK KORYTARZOWYCH

Streszczenie. W artykule przedstawiono problemy związane z uzyskaniem dużych postępów przy drażeniu wyrobisk korytarzowych za pomocą kombajnów chodnikowych oraz przy zastosowaniu MW, wynikające głównie z ograniczeń uzależnionych od procesu stawiania obudowy chodnikowej. Zaproponowano, w oparciu o analizę stanu techniki światowej, zastosowanie tymczasowej, zmechanizowanej obudowy chodnikowej wyrobisk korytarzowych do wykorzystania przy drażeniu przodka kombajnami chodnikowymi oraz MW, z użyciem wozów wiertniczych i ładowarek bocznie wysypujących. Przedstawiono założenia konstrukcyjne i projekt koncepcyjny takiej obudowy.

USING OF TEMPORARY SELF-ADVANCING SUPPORT IN MINING PROCESS OF DRIFTS AND ENTRIES

Summary. In the paper problems of limited drift advance in the case of drift support, during mining process of drifts and entries, using roadheaders or blasting material, were described. On the basis of analysis of world technical stand, new solution of temporary, self-advancing support in mining process of drifts and entries, using roadheaders or blasting material and loading machines, was presented. The constructional brief foredesign and preliminary design of this support were presented.

1. Wprowadzenie

W polskich kopalniach węgla kamiennego minerał użyteczny wybierany jest systemem ścianowym. System ten umożliwia uzyskanie dużych wydajności, a tym samym znacznych postępów przodka ścianowego. Wymagane jest jednak, żeby roboty udostępniające i przygotowawcze miały taką wydajność, by nie hamowały postępu ściany czy ścian. Szacuje się, że na jeden tysiąc ton wydobywania węgla ze ściany wymagane jest ogółem wykonanie, w zależności od kopalni, od 4,5 do 7 metrów bieżących wyrobisk korytarzowych.

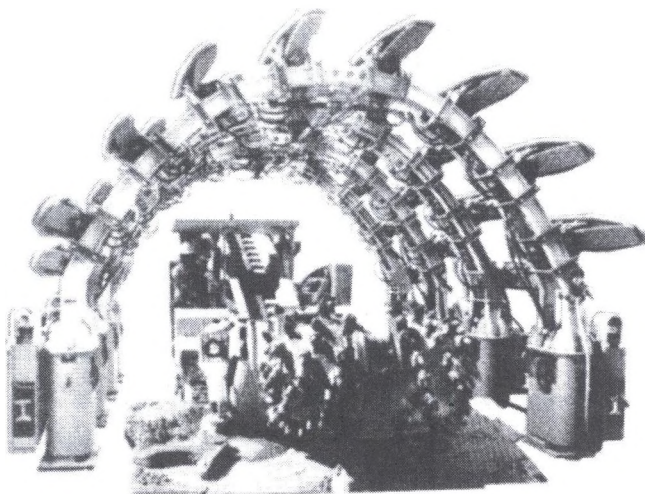
Wyrobisko korytarzowe może być wykonywane w cyklu równoległym, szeregowym czy szeregowo-równoległym. Jednak w każdym z tych cykli konieczne jest zrealizowanie fazy urabiania, ładowania i stawiania obudowy. W przypadku fazy urabiania i ładowania czynności te mogą być w chwili obecnej wykonywane równolegle (ramionowy kombajn chodnikowy) lub szeregowo (wiercenie, strzelanie, ładowanie). Natomiast w przypadku stawiania obudowy chodnikowej proces ten realizowany jest wyłącznie szeregowo i prawie w całości ręcznie. Dlatego w czasie stawiania obudowy kombajn chodnikowy nie może urabiać, gdyż w przodku znajduje się załoga montująca ręcznie łuki obudowy chodnikowej. Możliwość stawiania obudowy w czasie pracy kombajnu i nie tylko (cykl równoległy) daje wprowadzenie do przodka obudowy tymczasowej. Wtedy proces urabiania i ładowania realizowany byłby pod obudową tymczasową, a obudowa ostateczna stawiana byłaby równolegle z tyłu przodka. Zastosowanie tymczasowej obudowy w wyrobisku korytarzowym, podczas jego drażenia, wymaga na chwilę obecną opracowania założeń konstrukcyjnych, kinematycznych i energetycznych tej obudowy, umożliwiających podjęcie dalszej procedury projektowej, skutkującej wykonaniem obudowy. W niniejszym opracowaniu przedstawiono informacje związane z przygotowaniem założeń oraz założenia konstrukcyjne i projekt koncepcyjny tymczasowej, zmechanizowanej obudowy chodnikowej wyrobisk korytarzowych.

2. Stan obecny tymczasowych zmechanizowanych obudów chodnikowych

Jak już wcześniej nadmieniono, w procesie mechanicznego drażenia wyrobisk korytarzowych z wykorzystaniem ramionowych kombajnów chodnikowych należy po wykonaniu zabioru wyrobiska na dopuszczalną wielkość odsłonięcia stropu zatrzymać urabianie i wykonać jego zabudowę. Proces stawiania obudowy podporowej, bez względu na jej rodzaj, jest najbardziej praco- i czasochłonny w cyklu drażenia. Tradycyjne stawianie obudowy ostatecznej powoduje przestoje i ograniczenia prędkości drażenia z wykorzystaniem wysoko wydajnych kombajnów chodnikowych. Dlatego już w latach osiemdziesiątych ubiegłego stulecia pojawiły się koncepcje wprowadzenia obudów zmechanizowanych jako obudów tymczasowych, przemieszczających się za postępem przodka. Za przesuwaną się obudową tymczasową, w bezpośredniej odległości lub kilka metrów za nią, w zależności od warunków stropowych, wykonywana jest obudowa ostateczna, niezależnie od prac przodkowych. Wpływa to zarówno na polepszenie warunków bezpieczeństwa pracy w samym przodku, jak i przy wykonywaniu obudowy ostatecznej. Podczas zakładania obudowy nie ma niebezpieczeństwa, że na pracowników oderwie się z przodka bryła skalna. Transport elementów obudowy ostatecznej jest tylko w okolice obudowy tymczasowej, bez

konieczności zazwyczaj ręcznego jej przenoszenia w obrębie kombajnu do czoła przodka. W przypadku tego ostatniego wymagało to dużego doświadczenia oraz zręczności od pracowników. Obudowa zestawami tymczasowymi zmechanizowanymi może być niezależna od maszyny urabiającej lub też może być z tą maszyną związana, stanowiąc jej zespół konstrukcyjny. Pierwsze rozwiązanie jest spotykane zdecydowanie rzadziej. Na podstawie analizy literatury światowej oraz zebranych informacji udało się spotkać tylko dwa tego typu rozwiązania.

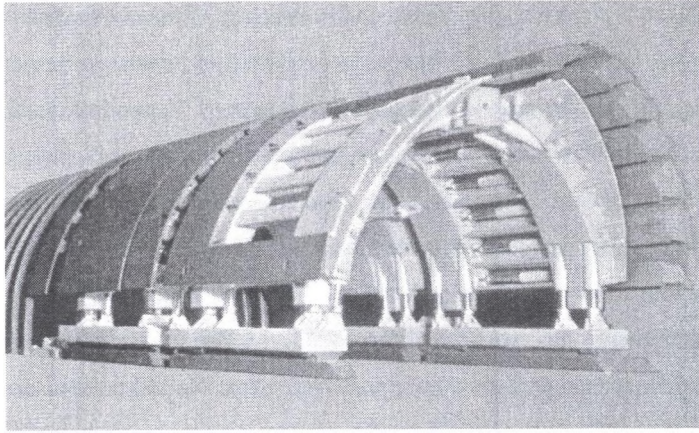
Pierwszym z nich jest zmechanizowana hydrauliczna chodnikowa obudowa osłonowa amerykańskiej firmy AEC Incorporated. Przedstawiono ją na rysunku 1. Jest to obudowa krocząca, oparta na zespołach siłowników hydraulicznych do rozpierania stropnic, w tym przypadku podłużnych, oraz przesuwania poszczególnych sekcji obudowy względem siebie do przodu. W rozwiązaniu tej firmy zaproponowano dwie podwójne sekcje. Na podstawie analizy konstrukcji tej obudowy można przypuszczać, że jest ona przystosowana do pracy w konkretnym wyrobisku, bez możliwości dostosowania się do zmiennych parametrów geometrycznych chodnika.



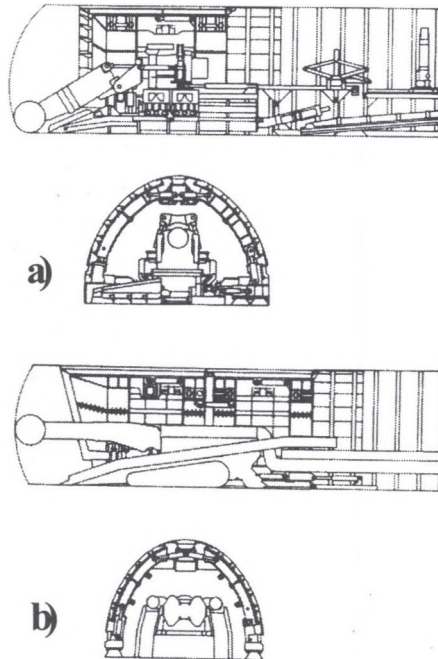
Rys. 1. Zmechanizowana hydrauliczna chodnikowa obudowa osłonowa amerykańskiej firmy AEC Incorporated
Fig. 1. Self-advanced hydraulic drift support manufactured by AEC Incorporated

Drugim z rozwiązań jest również zmechanizowana hydrauliczna chodnikowa obudowa osłonowa niemieckiej firmy Westfalia Lünen. Model tej obudowy pokazano na rysunku 2. Obudowa ta jest też dwusekcyjna, z możliwością przesuwania poszczególnych sekcji obudowy względem siebie. Obudowa jest przystosowana do współpracy z ramionowym kombajnem chodnikowym firmy Westfalia Lünen, wyposażonym w stół załadowniczy o wymiarach porównywalnych z szerokością drążonego wyrobiska oraz z innym rozwiązaniem konstrukcyjnym kombajnu, z węższym stołem i wyposażonym, zamiast centralnie usytuowanej podawarki

zgrzeblowej, w dwie podawarki rozmieszczone po bokach maszyny. Schemat obudowy współpracującej z dwoma ww. rozwiązaniami kombajnu pokazano na rysunku 3.



Rys. 2. Model zmechanizowanej hydraulicznej chodnikowej obudowy osłonowej niemieckiej firmy Westfalia Lünen
Fig. 2. Modell of self-advanced hydraulic drift support manufactured by Westfalia Lünen



Rys. 3. Schemat zmechanizowanej obudowy osłonowej firmy Westfalia Lünen we współpracy z kombajnami tej firmy
w wersji: a) z podawarką centralną, b) z podawarkami po bokach

Fig. 3. Scheme of self-advanced hydraulic drift support manufactured by Westfalia Lünen in cooperation with
roadheader: a) with central conveyor, b) with double side conveyor

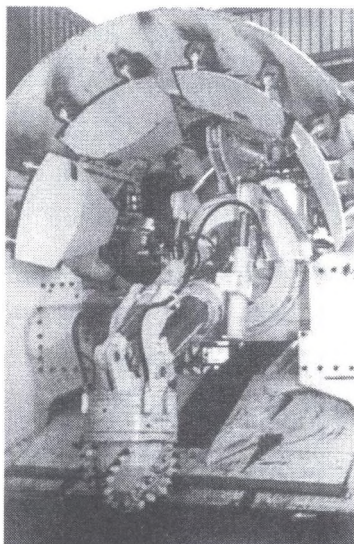
W obudowie tej, podobnie jak w rozwiązaniu firmy AEC Incorporated, nie ma dużych możliwości dostosowania się do zmiennych parametrów geometrycznych chodnika.

Rozparcie stropnic poszczególnych sekcji realizowane jest przez osiem par siłowników hydraulicznych, co powoduje tylko niewielkie możliwości zmiany wysokości osłanianego chodnika, przy prawie żadnej możliwości zmiany jego szerokości. Różnicą w stosunku do wersji obudowy firmy AEC Incorporated jest dodatkowa możliwość przesuwania się elementów danej sekcji względem siebie za pomocą zestawów siłowników hydraulicznych zamocowanych pod stropnicami wzdłużnymi.

W powyżej przedstawionych rozwiązaniach przestrzeń na spagu pod obudową była wolna, co pozwalało na przejazd po spagu maszyny urabiającej. Zarówno obudowa, jak i kombajn chodnikowy były niezależne od siebie ruchowo. W innych rozwiązaniach tymczasowych obudów zmechanizowanych są one nierozzerwalnie zintegrowane z maszyną urabiającą. W zależności od rozwiązania i wykonawcy do przedstawiania całości wykorzystywana jest, po wyrobieniu obudowy, maszyna urabiająca i jej podwozie gaśnicowe lub przemieszczanie zestawu wykonywane jest za pomocą siłowników hydraulicznych obudowy podobnie jak w układzie kroczącym. W tym przypadku konstrukcja maszyny urabiającej pozbawiona jest podwozia i ogranicza się do ramienia urabiającego i ładowarki. Przykładem rozwiązania, w którym jako element nośny wykorzystano obudowę, jest zmechanizowana obudowa osłonowa DSS-S firmy Voest Alpine – Westfalia z Austrii (rys. 4). W rozwiązaniu tym obudowa spełnia rolę zarówno tarczy zabezpieczającej pracujący wewnątrz niej i z nią zintegrowany zespół urabiająco-ładująco-odstawczy, jak i jest wykorzystywana do przemieszczania za frontem drążenia całej maszyny. Obudowa, w odróżnieniu od wcześniej prezentowanych, nie jest podzielona na sekcje. Jest skonstruowana jako jeden zespół, w którym elementy ociosowe i stropnicowe w postaci tzw. „noży” są dociskane do profilu wyrobiska na czas pracy urządzenia za pomocą siłowników hydraulicznych. Całość jest przemieszczana do przodu za pomocą siłowników hydraulicznych zamocowanych na specjalnym pierścieniu z tyłu obudowy, rozpiętych o obudowę ostateczną.

Powyżej opisane obudowy zmechanizowane zostały zaprojektowane do drążenia wyrobisk korytarzowych o przekroju poprzecznym zbliżonym w kształcie do przekroju wyrobisk zabudowywanych obudowami podatnymi łukowymi, np. typu V. Zmechanizowane obudowy osłonowe są bardzo popularne przy drążeniu wyrobisk o przekroju kołowym. Nazywane są one często przez producentów tarczami. Obudowa taka skonstruowana jest w kształcie rury, w środku której zabudowany jest zespół urabiająco-ładująco-odstawczy. Przesuwanie obudowy jest realizowane przez zespół siłowników hydraulicznych, zamocowanych do pierścienia oporowego. Pierścień ten podczas przesuwania tarczy opiera się o wykonaną obudowę ostateczną, natomiast po przemieszczeniu tarczy jest przesuwany do

przodu, robiąc miejsce na wykonanie nowego segmentu obudowy ostatecznej. Obudowy o kształcie kołowym są przystosowane do wykonywania profilu wyrobiska o zadanych, stałych parametrach geometrycznych. Jako zespół urabiający jest wykorzystany organ frezujący na ramieniu teleskopowym lub organ tarczowy uzbrojony w narzędzia skrawające. Maszyny te są jednak przewidziane do wykonywania wyrobisk korytarzowych w formacjach o niezbyt dużych zwiężłościach.



Rys. 4. Zmechanizowana obudowa osłonowa DSS-S firmy Voest Alpine– Westfalia, z zespołem urabiająco-ładująco-odstawczym, zintegrowanym z obudową

Fig. 4. Self-advanced hydraulic drift support DSS-S manufactured by Voest Alpine– Westfalia with mining and loading head integrated with support

Większość z rozwiązań tymczasowych zmechanizowanych obudów chodnikowych wykorzystywana była głównie przy drążeniu wyrobisk tunelowych, w skałach niezbyt zwiężłych lub nawet w gruntach. Wybieg tych wyrobisk był dość znaczny, wielokrotnie przekraczający 1000 m. Ponadto w zdecydowanej większości wypadków jako obudowę ostateczną stosowano prefabrykowaną obudowę betonową lub żelbetonową. Inną cechą charakteryzującą większość tych rozwiązań była niewielka możliwość lub wręcz brak możliwości zmiany parametrów geometrycznych drążonego wyrobiska. Dotyczyło to przede wszystkim obudów osłonowych o kształcie kołowym. Dlatego wydaje się celowe nie opierać się na konstrukcjach i zasadzie pracy powyżej przedstawionych rozwiązań. Nie dotyczy to tylko zmechanizowanej obudowy firmy AEC Incorporated, posiadającej najwięcej korzystnych cech, możliwych do wykorzystania w przyszłej koncepcji nowej zmechanizowanej tymczasowej obudowy wyrobisk korytarzowych.

3. Zmechanizowane wysięgniki do zakładania podatnej obudowy łukowej

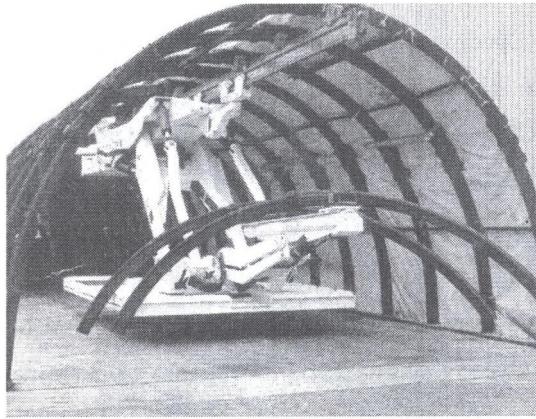
W opisanych rozwiązaniach jako obudowę ostateczną stosowano głównie obudowę z prefabrykowanych elementów żelbetonowych. Do zabudowy wyrobisk korytarzowych w kopalniach węglowych wykorzystywana jest natomiast przede wszystkim stalowa, łukowa obudowa podatna. Obecnie w zdecydowanej większości wyrobisk podczas prac pomocniczych przy zakładaniu takiej obudowy wykorzystywana jest maszyna stosowana w procesie drążenia – chodnikowy kombajn ramionowy lub ładowarka czerpakowa. Jednak nawet zastosowanie tych maszyn jako pomocniczych nie pozwala na szybkie i bezpieczne założenie jednych odrzwi obudowy. W przypadku stawiania obudowy za obudową tymczasową nie będzie możliwości skorzystania nawet z pomocy tych maszyn. Dlatego przeprowadzono analizę rozwiązań urządzeń, które mogłyby być wykorzystane w procesie zabudowy wyrobiska, w powiązaniu z rozwiązaniem zmechanizowanej obudowy tymczasowej. Obecnie urządzenia do mechanicznego stawiania obudowy są wykonywane jako:

- Manipulatory na podwoziu kołowym, szynowym lub gąsienicowym. Ich wady to: duże gabaryty, skomplikowana konstrukcja, kłopoty przy wymianie urządzeń w przodku,
- Manipulatory portalowe – urządzenia stosowane w wyrobiskach o dużych przekrojach i poruszające się po szynach zamocowanych do ścian bocznych wyrobiska,
- Manipulatory jednoszynowe poruszające się po szynie ułożonej na spagu wyrobiska. Ze względu na duże wymiary i złożoną konstrukcję nie znalazły szerszego zastosowania,
- Manipulatory podwieszane do stropu – w praktyce górniczej najczęściej stosowane i wykorzystywane zarówno przy drążeniu wyrobisk MW, jak i kombajnami.

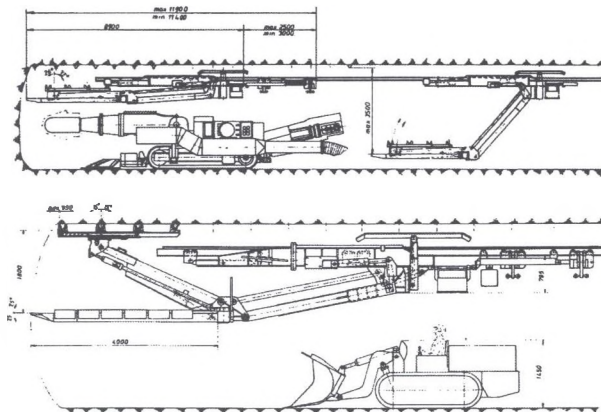
W dalszej części opisano więc przede wszystkim manipulatory podwieszane do stropu. Jednym z pierwszych rozwiązań było urządzenie skonstruowane przez amerykańską firmę AEC Incorporated, przemieszczające się w chodniku po podwójnym torowisku podwieszonym pod stropem wyrobiska. Urządzenie posiadało pneumatyczny wysięgnik, na którym w pozycji dolnej zakładany jest stropnicowy łuk obudowy. Po przejechaniu do miejsca zabudowy łuk ten jest podnoszony do stropu i dostawiane są oraz mocowane nogi ociosowe obudowy. Urządzenie pozwalało na założenie jednego segmentu obudowy łukowej. Rozwinięciem tego rozwiązania jest platforma robocza do zakładania obudowy łukowej podatnej niemieckiej firmy Klöckner-Becorit GmbH (rys. 5). W rozwiązaniu tym, zamiast podwieszonych ramienia, na jednej szynie zamocowanej pod stropem przemieszcza się wózek, do którego na przegubowym wysięgniku zamocowana jest platforma. Na platformie zabudowany jest wysięgnik, dzięki któremu można

zakładać co najmniej dwa łuki stropnicowe równocześnie. Łuki te mogą być już połączone ze sobą rozporami oraz dodatkowo można założyć na nich osiatkowanie. Przyspiesza to i ułatwia proces zakładania obudowy. Po podniesieniu pod strop należy tylko dołączyć i zamocować łuki ociosowe.

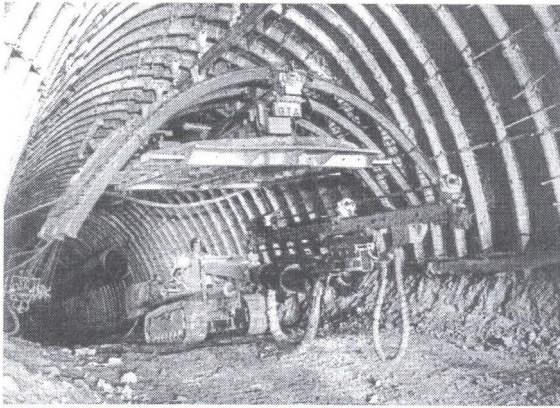
Podobne rozwiązanie konstrukcyjne posiada platforma robocza do wiercenia otworów i zakładania obudowy łukowej niemieckiej firmy GTA Bergbautechnik. Inaczej rozwiązana jest konstrukcja wózka do przemieszczania urządzenia oraz manipulatora do podnoszenia platformy. Dodatkowo na wysięgniku na platformie można jednocześnie montować i przemieszczać trzy łuki ociosowe obudowy. Na rysunkach 6 i 7 przedstawiono możliwości współpracy takiej platformy z kombajnem chodnikowym, ładowarką wąskoprzodkową i wozem wiertniczym.



Rys. 5. Widok platformy roboczej do zakładania obudowy łukowej podatnej firmy Klöckner-Becorit GmbH
Fig. 5. View of moving and working platform for support assembly manufactured by Klöckner-Becorit GmbH



Rys. 6. Możliwości współpracy platformy typ AMG 2700 niemieckiej firmy GTA Bergbautechnik z kombajnem chodnikowym oraz ładowarką wąskoprzodkową
Fig. 6. Possibilities of cooperation of working platform AMG 2700 manufactured by GTA Bergbautechnik with roadheader or loading machine



Rys. 7. Możliwości współpracy platformy typ AMG 2700 niemieckiej firmy GTA Bergbautechnik z wozem wiertniczym
Fig. 7. Possibilities of cooperation of platform AMG 2700 manufactured by GTA Bergbautechnik with drilling machine

Firma GTA Bergbautechnik wyprodukowała również inne wersje platform roboczych do wiercenia otworów i zakładania obudowy łukowej podatnej. Różnią się one od opisywanej poprzednio sposobem mocowania i konstrukcją wysięgnika ramienia do zakładania łuków stropnicowych obudowy. Wszystkie rozwiązania firmy GTA Bergbautechnik pozwalają na jednoczesne założenie trzech łuków stropnicowych obudowy podatnej łukowej, zwiększając tym samym tempo prac nad zabudową wyrobiska. Dzięki zastosowaniu opisanych powyżej rozwiązań platform i pomostów roboczych uzyskiwano, przy zastosowaniu MW, maksymalny postęp miesięczny w granicach od 180 do 210 mb, a w przypadku kombajnów chodnikowych do 360 mb.

4. Ustalenie wymaganych funkcji i opracowanie założeń konstrukcyjnych tymczasowej zmechanizowanej obudowy chodnikowej

Główną funkcją tymczasowej zmechanizowanej obudowy chodnikowej do wyrobisk korytarzowych jest zapewnienie stateczności tych wyrobisk aż do chwili zabudowy obudowy stałej. Jednak w przeciwieństwie do obudowy stałej, obudowa tymczasowa winna przemieszczać się za czołem przodka, umożliwiając wykonywanie pod nią procesu urabiania i ładowania, a za nią stawiania obudowy ŁP. Dlatego następną funkcją tej obudowy jest jej możliwość cyklicznego rabowania i zabudowy. Również ważną funkcją tej obudowy jest ułatwienie transportu do i od czoła przodka, poprawa warunków pracy (wentylacja, zapylenie, klimatyzacja) oraz zmniejszenie wpływu zagrożeń naturalnych. Wymagane jest również, by obudowa tymczasowa, posiadająca wymienione wcześniej funkcje, umożliwiała drażnienie wyrobiska korytarzowego w założonym kształcie, przekroju, nachyleniu i przy ustalonym postępie.

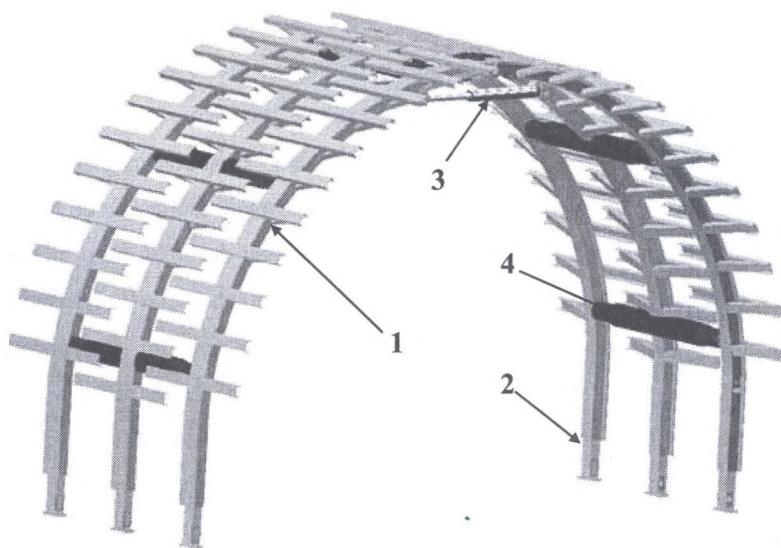
Tymczasowa obudowa zmechanizowana powinna osłaniać zarówno kombajn, jak i przenośnik mostowy poza miejsce wyładunku urobku na przenośnik taśmowy. Biorąc pod uwagę gabaryty kombajnów stosowanych w Polsce, powinna więc mieć długość minimalną około 16 m. Wolna przestrzeń wewnątrz obudowy powinna mieć szerokość minimalną równą szerokości stołu kombajnu (w tym przypadku około 3,5 m), a wysokość 2,55 m. Dla tych gabarytów obudowa ta będzie miała możliwość współpracy z maszynami stosowanymi również przy drażeniu z wykorzystaniem MW. Pod konstrukcją obudowy tymczasowej należy przewidzieć, podobnie jak w przypadku urabiania kombajnem chodnikowym, podwieszane torowisko dla przemieszczania platformy lub manipulatora do montażu obudowy ostatecznej. Elementy zmechanizowanej obudowy tymczasowej, również jak w poprzednio omawianej wersji obudowy, powinny być zasilane emulsją, w przypadku drażenia chodników przyścianowych, z magistrali zasilającej na przykład obudowę ścianową, lub z autonomicznych agregatów hydraulicznych.

Mając na uwadze zamieszczone wcześniej wymagania, parametry, funkcje i ustalenia, można określić założenia, jakie powinny być uwzględnione w czasie opracowywania koncepcji i projektu tymczasowej obudowy chodnikowej. Przedmiotowa obudowa powinna spełniać następujące założenia:

- samoczynne przemieszczanie się wraz z postępem czoła przodka (wielkość skoku zespołów obudowy do 1,0 m),
- za obudową tymczasową budowana może być obudowa stała typu ŁP8, ŁP9, ŁP10 lub ŁP11 (łuki, wykładka, okładzina),
- ze względu na gabaryty wyłomu koniecznego do wykonania dla montażu ww. obudów, różnice w szerokości wyrobiska wynoszą 900 mm, a w wysokości 700 mm,
- pod obudową tymczasową pracować może kombajn chodnikowy lub wóz wierzący i ładowarka, wraz ze środkami odstawy urobku (przenośnik zgrzeblowy, wozy kopalniane),
- minimalna długość obudowy tymczasowej, z możliwością jej przedłużania, musi być większa od długości ww. maszyny lub maszyn do urabiania i ładowania (dla obecnie pracujących maszyn długość ta nie może być mniejsza niż 16 m),
- wolna przestrzeń wewnątrz obudowy dla zapewnienia swobodnego poruszania się lub wymijania ww. maszyn powinna mieć szerokość minimum 4,2 m,
- czas stawiania obudowy stałej dla zadanej podziałki (manipulator, kolejka podwieszana) musi być krótszy od łącznego czasu urabiania i ładowania na długości zabioru,
- minimalny postęp w drażeniu wyrobiska korytarzowego powinien wynosić powyżej 10 m/dobę,

- możliwość pracy w wyrobiskach korytarzowych o nachyleniu $\pm 12^\circ$ i promieniu krzywizny powyżej 10 m,
- zasilanie obudowy tymczasowej emulsją z zasilacza hydraulicznego,
- możliwość montażu i demontażu sekcji obudowy tymczasowej przez samą obudowę (wykorzystanie manipulatora oraz torowiska podwieszonego).

Na podstawie powyższych założeń i wymagań opracowano wstępną koncepcję tymczasowej zmechanizowanej obudowy chodnikowej. Została ona zaprojektowana jako konstrukcja modułowa, z możliwością dodawania lub odejmowania poszczególnych segmentów. Widok zestawu składającego się z trzech segmentów przedstawiono na rysunku 8.



Rys. 8. Widok zestawu trzech segmentów nowego rozwiązania zmechanizowanej obudowy tymczasowej
Fig. 8. View of three segments of new solution of self-advanced drift support

Każdy segment składa się z dwóch łuków stropnicowo-ociosowych (1). Łuki zostały zaprojektowane jako konstrukcja skrzynkowa spawana lub wykonane z profili walcowanych o przekroju zamkniętym. Łuki te w dolnej, prostej części umieszczone są suwliwie w stopach podporowych (2). Natomiast w górnej części łuki zamocowane są przegubowo między sobą i połączone za pomocą siłownika hydraulicznego (3). W stopach podporowych, także wykonanych z przekrojów o profilu zamkniętym, umieszczone są siłowniki hydrauliczne. Ich cylindry zamocowane są do stóp, natomiast tłoczyska zamocowane są przegubowo do łuków stropnicowo-ociosowych. Poszczególne segmenty są połączone ze sobą sześcioma siłownikami hydraulicznymi

(4). Siłowniki te są umieszczone w specjalnych osłonach rurowych, zabezpieczających je przed uszkodzeniem i prowadzących odrzwia wyrabowane. Na poszczególnych łukach stropnicowo-osłonowych, w części łukowej, zamocowano co około 400 mm stropnice wzdlużne. Do konstrukcji skrzynkowej łuku (1) wspawano od góry elementy stropnic wzdlużnych (2), wykonanych z elementów kształtowych, natomiast na bokach wspawano elementy rurowe (3), osłaniające siłowniki hydrauliczne do przesuwania poszczególnych segmentów.

Stropnice wzdlużne ułożone są tak, że co drugi łuk stropnicowo-ociosowy są one przesunięte o połowę podziałki. Pozwala to na ich zachodzenie między siebie przy schodzeniu się poszczególnych segmentów. Długość stropnic wzdlużnych wynosi około 1200 mm. Również co drugi segment po bokach łuków wspawywane są elementy rurowe o innej, mniejszej średnicy, pozwalającej na swobodne ich wzdlużne przemieszczanie w elementach rurowych sąsiednich segmentów. Dla segmentów skrajnych założono wspawanie elementów rurowych tylko z jednej strony łuku. Dla opracowanej koncepcji założono wstępnie jedno łączenie przegubowe łuków stropnicowo-ociosowych w ich górnej części. Jednak nie jest wykluczone, po przeprowadzeniu dokładnej analizy kinematycznej, geometrycznej, statycznej i ekonomicznej, zastosowanie dwóch lub więcej przegubów, a tym samym zwiększenie liczby łuków w segmencie do trzech lub więcej. Pozwoli to na dokładniejsze dopasowanie segmentu obudowy do urobionego profilu wyrobiska, jednak będzie to miało zasadniczy wpływ na koszty wykonania i stateczność segmentów.

Zmechanizowana obudowa tymczasowa, zaprezentowana powyżej, jest przystosowana do drażenia wyrobisk o przekrojach dostosowanych do obudowy ŁP-9 i ŁP-10. Ma możliwość zwiększania swojej wysokości o około 500 mm, a szerokości o około 600 mm. Przesuw jednego zestawu względem drugiego przyjęto na minimum 500 mm. Odległość pomiędzy poszczególnymi segmentami w czasie pracy, przy łukach rozpartych, wynosi około 1000 – 1100 mm.

Po zabudowie zestawu obudowy, na długość uwarunkowaną typem maszyny lub maszyn do urabiania i ładowania, można rozpocząć cykl jej pracy. W miarę postępu przodka chodnika rabowane są przez zsuniecie siłowników umieszczonych w stopach podporowych i siłownika łączącego łuki stropnicowo-ociosowe w górnej części, poszczególne segmenty obudowy, począwszy od czoła przodka i przemieszczane za pomocą siłowników przesuwu do przodu. Dla prawidłowego zrealizowania tej operacji konieczne będzie opracowanie i skonstruowanie układu sterowania dla poszczególnych segmentów obudowy. Po przesunięciu segmentu jest on ponownie rozpierany, a następnie realizowane jest sekwencyjne przesuwanie pozostałych segmentów obudowy aż do ostatniego. Widok zestawu podczas przemieszczania do czoła przodka jednego z segmentów obudowy pokazano na rysunku 9.



Rys. 9. Widok zestawu obudowy tymczasowej podczas przemieszczania do czoła przodka jednego z segmentów
Fig. 9. View of set of new solution of self-advanced drift support during moving of one of segments

5. Zakończenie

Na podstawie analizy parametrów i sposobu pracy maszyn wykorzystywanych obecnie przy drażeniu wyrobisk korytarzowych opracowano założenia dla koncepcji zmechanizowanej obudowy tymczasowej. Obudowa ta powinna mieć długość minimum 16 m i możliwość zabezpieczenia wyrobiska drażonego pod obudowę łukową podatną typu ŁP 8 do ŁP 11. Obudowa powinna być samodemontowalna i zasilana emulsją hydrauliczną. Opracowana koncepcja wstępna zmechanizowanej obudowy tymczasowej jest konstrukcją modułową, pozwalającą na dodawanie lub odejmowanie poszczególnych jej segmentów. Przedstawiona koncepcja, z jednym przegubowym mocowaniem łuków stropnicowo-ociosowych segmentów, może zostać zmodyfikowana (zmiana liczby przegubów, konstrukcji i liczby łuków, liczby siłowników hydraulicznych).

Dla poprawnego funkcjonowania zestawu obudowy tymczasowej niezbędne będzie zaprojektowanie układu sterowania, pozwalającego na odpowiednie zasilanie siłowników, głównie przy przemieszczaniu poszczególnych segmentów obudowy do czoła przodka. Celowe jest wyposażenie tymczasowej obudowy zmechanizowanej w manipulator lub pomost roboczy, pozwalający na zmechanizowanie prac przy zakładaniu obudowy stałej z łuków ŁP. Przyspieszy to i ułatwi proces zakładania obudowy.

LITERATURA

1. Gospodarczyk P., Kotwica K., Kalukiewicz A., Klich A., K. Pawlik: Maszyny i urządzenia dla inżynierii budownictwa podziemnego, Wyrobiska korytarzowe i szybowe w górnictwie. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1999.
2. Tunell. Internationale Fachzeitschrift für unterirdisches Bauen. 1. Quartal 1983, Köln, Niemcy.
3. Materiały informacyjne i foldery reklamowe firmy Westfalia Lünen, Niemcy.
4. Materiały informacyjne i foldery reklamowe firmy Voest Alpine Bergtechnik, Austria.
5. Materiały informacyjne i foldery reklamowe firmy Anderson Strathclyde, Anglia.
6. Materiały informacyjne i foldery reklamowe firmy EIMCO Ltd, Anglia.
7. Materiały informacyjne i foldery reklamowe firmy AEC Incorporated, USA.
8. Materiały informacyjne i foldery reklamowe firmy GTA Bergbautechnik GmbH, Niemcy.
9. Materiały informacyjne i foldery reklamowe firmy Deilmann Haniel GmbH, Niemcy.
10. Materiały informacyjne i foldery reklamowe firmy Klöckner Becorit GmbH, Niemcy.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Włodzimierz Sikora