

ŁUKASZ BOŁOZ

Kombajny ścianowe do eksploatacji cienkich oraz cienkich i silnie nachylonych pokładów węgla kamiennego

Zmechanizowane kompleksy ścianowe ze względu na ich wiele zalet stosowane są do eksploatacji pokładów z dużej rozpiętości miąższości. W przypadku pokładów cienkich oraz cienkich i silnie nachylonych można wyróżnić wiele odmiennych rozwiązań kombajnów ścianowych pozwalających na eksploatację węgla z pokładów o grubości od 0,4 m i przy nachyleniu podłużnym do 85°. W artykule skupiono się na ścianowych systemach eksploatacji tych pokładów. Przedstawiono najważniejsze założenia i zalety eksploatacji ścianowej oraz omówiono stosowane maszyny urabiające stanowiące kluczowy element ścianowych systemów mechanizacyjnych. Zwrócono również uwagę na rozwiązania kombajnów, które obecnie nie są stosowane na rynku krajowym. Szeroka gama dostępnych rozwiązań pozwoliła wyróżnić i zaprezentować dziesięć typów kombajnów.

Słowa kluczowe: *cienkie pokłady, pokłady nachylone, mechanizacja górnictwa, systemy ścianowe, kombajny ścianowe*

1. WSTĘP

Pozyskiwanie minerałów ze złóż rozpoczyna się od tych najatrakcyjniejszych w aspekcie opłacalności oraz trudności technicznych. W szczególności ma to znaczenie dla eksploatacji podziemnej. W przypadku węgla kamiennego zalegającego w postaci pokładów bardzo często, dopóki nie ma takiej konieczności, pomijane są pokłady cienkie i silnie nachylone. Jednak w wielu krajach obserwuje się rosnące zainteresowanie tymi pokładami. Zainteresowanie to wynika w dużej mierze z ich znacznej ilości oraz konieczności racjonalnego wykorzystania dostępnych źródeł energii. Szczególnie w ostatnich latach coraz więcej uwagi poświęca się możliwości opłacalnej ekonomicznie eksploatacji cienkich i nachylonych pokładów. W przypadku Polski pokładami cienkimi możemy nazwać te o miąższości od 1,0 m, jednak w niektórych krajach wybiera się pokłady znacznie cieńsze, nawet od 0,4 m. Natomiast za górną granicę można przyjąć 1,6 m. Powyżej 1,6 m zastosowanie klasycznej techniki kombajnowej lub w korzystnych warunkach strugowej

nie przysparza problemów typowych dla niskich wyrobisk.

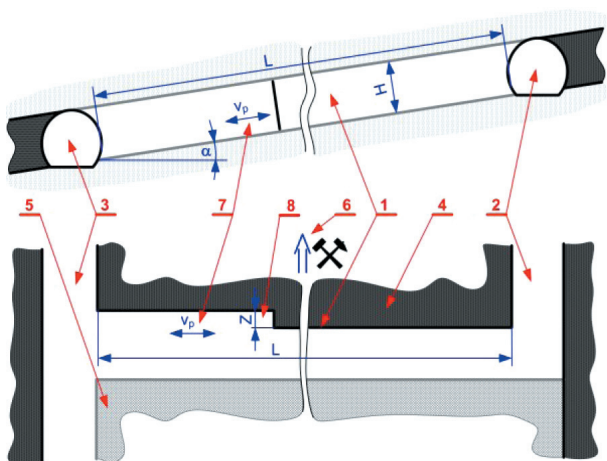
Najważniejszym elementem zmechanizowanego systemu ścianowego jest maszyna urabiająca. Maszyną urabiającą może być kombajn ścianowy albo statyczny strug węglowy. Pomimo stosowania dwóch rodzajów maszyn wybór dostępnych rozwiązań jest bardzo szeroki. Analizując dostępne obecnie na całym świecie rozwiązania, zwłaszcza w przypadku kombajnów ścianowych, można stwierdzić, że poszczególne typy różnią się od siebie w istotny sposób.

2. SYSTEMY DLA ŚCIAN NISKICH I SILNIE NACHYLONYCH

Zaleganie węgla kamiennego w postaci pokładu, niezależnie od jego grubości, decyduje o sposobie jego eksploatacji. Najkorzystniejszym, pozwalającym na wysokie wykorzystanie złoża, sposobem wybierania pokładu jest eksploatacja ścianowa kompleksem zmechanizowanym. W artykule skupiono się na

omówieniu różnych rozwiązań kombajnów ścianowych stanowiących maszynę urabiającą w kompleksie. Przedstawiono kombajny stosowane w Polsce oraz niespotykane na naszym rynku. W szczególności dotyczy to kombajnów do pokładów cienkich chińskiej firmy Beijing HOT Mining Tech Co., Ltd. [1], kombajnów do pokładów cienkich i jednocześnie silnie nachylonych hiszpańskiego przedsiębiorstwa Mackina–Westfalia S.A. [2] oraz kombajnu firmy CorumGroup [3]. Wszystkie dostępne produkty firm posiadających w swojej ofercie klasyczne i obecnie najczęściej stosowane kombajny ścianowe oraz statyczne strugi węglowe zostały wraz z parametrami technicznymi omówione w książce [4]. Natomiast informacje w zakresie rozwiązań nietypowych, stosowanych w specyficznych warunkach można znaleźć w artykułach [5, 6].

Eksploatacja systemem ścianowym polega na rozcięciu pokładu węgla chodnikami i połączeniu dwóch chodników przecinką ścianową o długości L odpowiadającej długości ściany i wysokości H zbliżonej do miąższości pokładu. Ściana może być nachylona podłużnie pod kątem α . Wyrobiska te tworzą przodek wydobywczy (rys. 1). Ściana udostępniona dwoma chodnikami zapewnia przewietrzanie, możliwość sprawnego transportu oraz odstawy urobku. Obecnie wyrobisko ścianowe zostaje wyposażone w kombajnowy lub strugowy kompleks ścianowy, które jak technologia ścianowa są znane i opisane w literaturze [7–10].



Rys. 1. Schemat wyrobiska ścianowego: 1 – czoło ściany, 2 – chodnik nadścianowy, 3 – chodnik podścianowy, 4 – calizna węglowa, 5 – zrob, 6 – kierunek eksploatacji, 7 – kierunek urabiania maszyny, 8 – wykonywany zabiór caliżnie węglowej, v_p – prędkość posuwu kombajnu, α – kąt nachylenia podłużnego ściany, H – wysokość ściany, L – długość ściany, Z – zabiór

Zmechanizowany kompleks ścianowy wyposażony w maszynę urabiającą, przenośnik ścianowy oraz zmechanizowaną obudowę ścianową umożliwia realizację procesu urabiania calizny i ładowania oraz odstawy urobku ze ściany. Kompleksy ścianowe różnią się w zależności od wysokości i długości ściany, nachylenia pokładu oraz warunków górniczo-geologicznych. Maszyna urabiająca porusza się z prędkością v_p i urabia caliznę na głębokość zabioru Z . Urabianie może odbywać się w jednym lub w obu kierunkach. Urabianie dwukierunkowe jest najbardziej efektywne, natomiast jednokierunkowe wskazane jest w przypadku problemów z urabianiem lub ładowaniem urobku.

Systemy mechanizacyjne stosowane w pokładach silnie nachylonych często odbiegają od klasycznych kombajnowych systemów ścianowych i warto krótko przybliżyć te różnice. W praktyce ze względu na zmienność warunków zarówno systemy te, jak i maszyny są każdorazowo dostosowywane do lokalnych warunków i mogą się od siebie znacznie różnić. Wyposażenie kompleksu w przypadku ścian o podłużnym nachyleniu w zakresie od 30° do 85° składa się jedynie z kombajnu oraz obudowy zmechanizowanej. Natomiast przenośnik zgrzeblowy zlokalizowany jest w chodniku odstawczym poniżej zsyków. Charakterystyczną cechą zastosowanego kombajnu jest brak zabudowanego napędu posuwu oraz poruszanie się bezpośrednio po spągu, czyli bezpośredni kontakt płyty ślizgowej kombajnu ze spągami. Kombajn ciągnięty jest dwulinowym kołowrotem, z jedną liną awaryjną. Prowadzenie wzdłuż eksploatowanej ściany zapewniają ślizgi kombajnu zabudowane od strony zrobów i współpracujące z belkami ślizgowymi, które połączone są z mechanizmem przesuwu sekcji obudowy. Kombajn urabia ścianę podczas ruchu w kierunku chodnika nadścianowego. Urobek ze względu na duże nachylenie stacza się samoczynnie w kierunku chodnika odstawczego. Po zakończeniu skrawu i podciągnięciu obudowy kombajn opuszczany jest w kierunku wnętrza, gdzie rozpoczyna się kolejny skraw [7]. Oprócz kombajnów frezujących w ścianach silnie nachylonych zastosować można kompleksy strugające [3, 4].

3. FREZUJĄCE KOMBAJNY ŚCIANOWE

Niezależnie od miąższości pokładu najpopularniejszymi obecnie produkowanymi kombajnami ścianowymi są klasyczne, dwuramionowe, dwuorganowe

maszyny poruszające się po przenośniku za pomocą bezciągnowego systemu posuwu. Stosowane w Polsce kombajny ścienne można podzielić na trzy typy:

- dwuramionowe, dwuorganowe, z bezciągnowym systemem posuwu, z kadłubem nad przenośnikiem (rys. 2a);
- dwuramionowe, dwuorganowe, z bezciągnowym systemem posuwu, z kadłubem prowadzonym obok przenośnika (rys. 2b);
- bezramionowy, dwuorganowy z ciągnowym systemem posuwu (rys. 2c) [5, 11].

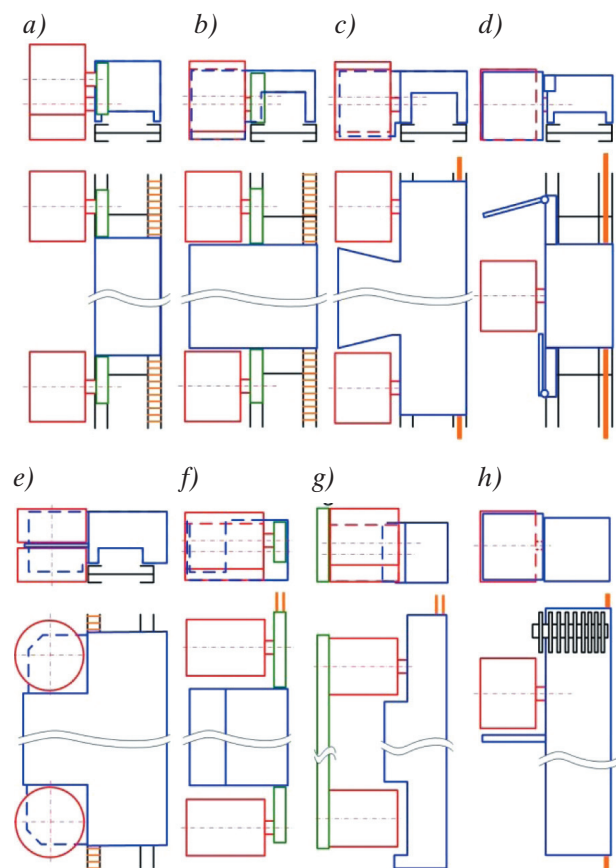
Odnosząc się jednak do stanu techniki na świecie, należy jeszcze zwrócić uwagę na następujące typy kombajnów:

- dwuorganowy, dwuramionowy z ciągnowym systemem posuwu;
- jednoramionowy, jednoorganowy z bezciągnowym systemem posuwu;
- bezramionowy, jednoorganowy AGH (koncepcja) (rys. 2d);
- bezramionowy, dwuorganowy z pionowymi osiami organów (rys. 2e);
- dwuorganowy, dwuramionowy z ciągnowym systemem posuwu do bezpośredniej pracy na spągu (rys. 2f);
- jednoramionowy, dwuorganowy, z ciągnowym systemem posuwu do bezpośredniej pracy na spągu (rys. 2g);
- bezramionowy, jednoorganowy, z ciągnowym systemem posuwu do bezpośredniej pracy na spągu (rys. 2h).

W ujęciu historycznym w górnictwie zarówno światowym, jak i polskim, stosowane były maszyny o innych konfiguracjach organów oraz rodzajach napędów. W aspekcie cienkich pokładów rozwiązania nietypowe, które stosowane są dla szczególnych warunków, na przykład dużych nachyleń czy ultracienkich pokładów nie występują w Polsce. Oprócz najbardziej znanych kombajnów jako przykłady interesujących rozwiązań przytoczone zostaną przykładowe maszyny urabiające z oferty wspomnianych firm Mackina-Westfalia S.A., Beijing HOT Mining Tech Co., Ltd. oraz CORUM Group. Natomiast szczegółowe dane oraz pozostałe modele można znaleźć w podanej literaturze oraz w katalogach producentów.

Polska firma Kopex Machinery S.A. [11] została założona w 1961 roku i znana jest z produkcji maszyn górniczych, a zwłaszcza kombajnów ściennych.

Obecnie firma Kopex Machinery wraz z grupą KOPEX zależna jest od firmy FAMUR S.A [12]. Kombajn KSW-460NE1 (rys. 3) firmy Kopex Machinery jest kombajnem ściennym wąskoramionowym, z elektrycznym napędem posuwu, poruszającymi się po przenośniku. Posiada dwa ramiona i dwa organy. Cechy te są typowe dla klasycznych kombajnów stosowanych do pokładów średnich i grubych. Kombajn Kopex KSW-460NE1 wyposażony jest w system sterowania z pamięcią skrawu współpracujący z nadrzędnym systemem sterowania kompleksu ściennego. Przeznaczony jest do urabiania węgla w ścianach w zakresie wysokości od 1,35 m do 2,4 m. Charakteryzuje się mocą organów 2×200 kW.

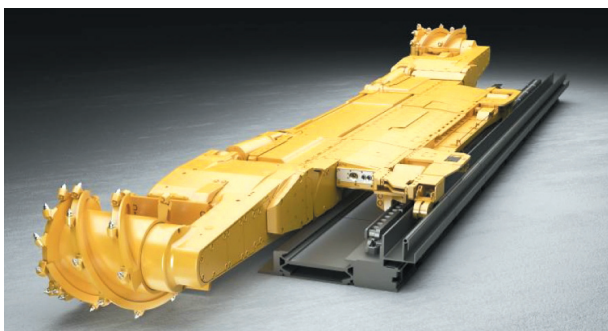


Rys. 2. Schematy wybranych typów kombajnów ściennych do cienkich i nachylonych pokładów: (niebieski – kadłub, czerwony – organ, czarny – przenośnik, zielony – ruchome ramie organu, pomarańczowy – system posuwu): a) dwuramionowy, dwuorganowy na przenośniku; b) dwuramionowy, dwuorganowy obok przenośnika; c) bezramionowy, dwuorganowy; d) bezramionowy, jednoorganowy AGH; e) bezramionowy, dwuorganowy z osiami pionowymi; f) dwuramionowy, dwuorganowy po spągu; g) jednoramionowy, dwuorganowy; h) bezramionowy, jednoorganowy z przenośnikiem



Rys. 3. Kombajn ścianowy KSW-460NE1
firmy Kopex Machinery

Niemiecka firma Eickhoff Bergbautechnik GmbH [13] została założona w 1864 roku i znana jest przede wszystkim z produkcji kombajnów ścianowych. Eickhoff posiada w ofercie jeden kombajn, którego wysokość urabiania częściowo pokrywa się z zakresem miąższości pokładów cienkich. Jest to kombajn ścianowy SL 300 L przeznaczony do pracy w ścianach o wysokościach od 1,2 m do 2,0 m (rys. 4).



Rys. 4. Kombajn ścianowy SL 300 L firmy Eickhoff

Kombajn SL 300 L charakteryzuje się dwuramionową, dwuorganową konstrukcją. Wyposażony jest w beczkowy system posuwu, a jego kadłub porusza się obok przenośnika. W przeciwieństwie do konkurencji, silowniki podnoszenia ramion zabudowano nad kadłubem. Kombajn wyposażono w napęd organów 2×300 kW.

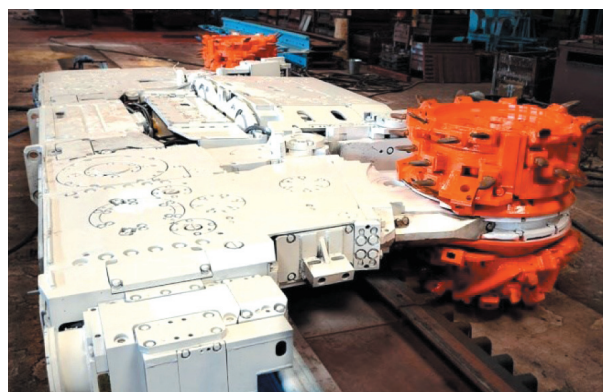
Unikatowym rozwiązaniem firmy Kopex jest kompleks Mikrus (rys. 5) z głowicą urabiająco-ładującą GUŁ-500 przeznaczony do dwukierunkowego, bezwęglowego urabiania i ładowania węgla w cienkich pokładach. Zakres wysokości urabiania zależy od średnicy zastosowanego organu urabiającego i wynosi od 1,1 m do 1,7 m. Kombajn GUŁ-500 umożliwia zmianę wysokości urabiania w ograniczonym zakre-

sie, jednak zmiana odbywa się przy zatrzymanej maszynie. Głowica urabiająco-ładująca przemieszczana jest wzdłuż ościsłu węglowego za pomocą ciągnowego systemu posuwu typu strugowego, który napędzany jest elektrycznymi silnikami zasilanymi z przetworników częstotliwości umieszczonych w chodnikach. Kombajn charakteryzuje się dwuorganową, bezramionową konstrukcją. Oba organy są sprzężone mechanicznie i napędzane z jednego silnika o mocy 500 kW.



Rys. 5. Kombajn Mikrus, GUŁ-500
firmy Kopex Machinery

Ukraińska firma CorumGroup została założona w 1889 roku i oferuje maszyny górnictwa podziemnego. Firma Corum posiada w swojej ofercie kombajn KBT200 (rys. 6). Jest to wyjątkowe rozwiązanie kombajnu ścianowego, gdyż porusza się on po przenośniku za pomocą beczkowego systemu posuwu. Cechą charakterystyczną jest konstrukcja bezramionowa oraz obrocone o 90° osie organów. Pionowe osie umożliwiają łatwiejsze urabianie i ładowanie urobku na przenośnik. Kombajn KBT200 przeznaczony jest do wybierania węgla zalegającego w pokładach o miąższości od 0,8 m do 1,25 m.



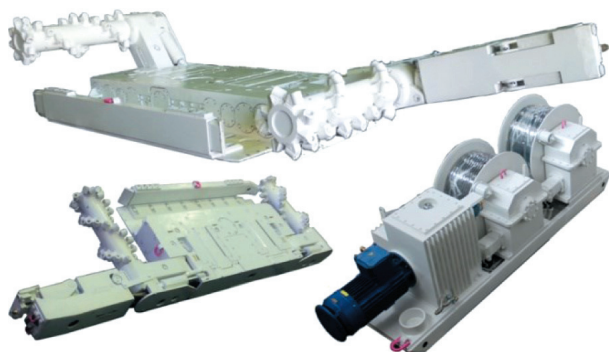
Rys. 6. Kombajn ścianowy firmy Corum typu KBT200

Firma Mackina-Westfalia S.A. rozpoczęła działalność w 1955 roku. Zajmowała się projektowaniem

i produkowaniem między innymi maszyn górniczych. W roku 1994 Mackina uniezależniła się od niemieckiej firmy Westfalia Lünen, nie zmieniając przy tym profilu swojej działalności.

Kombajn dwuramionowy, dwuorganowy z beczcięnowym systemem posuwu PMAP Mackina charakteryzuje się klasyczną konstrukcją i porusza się po przenośniku, jednak ze względu na cechy konstrukcyjne i zastosowane rozwiązania niespotykane już we współczesnych kombajnach zostanie przybliżony. Silniki napędzające organy zlokalizowane są w kadłubie, co wymaga zastosowania tak zwanego przegubu mokrego do przekazania momentu przez oś obrotu ramienia. Dodatkowo oś silnika jest prostopadła do osi organu, co wymaga zastosowania przekładni kątowej. Ponadto kombajn PMAP może również zostać zabudowany w wersji z jednym organem urabiającym. Kombajn PMAP przeznaczony jest do pracy w ścianach od 1,25 m do 2,5 m. Moc napędu organów wynosi 2×120 kW.

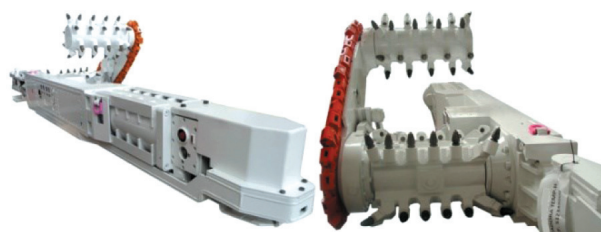
Modele Mackina RPB60 oraz PMA80 są kombajnami dwuorganowymi i dwuramionowymi z ciągłym systemem posuwu i przeznaczone są do bezpośredniej pracy na spągu w ścianach o dużym nachyleniu podłużnym, w zakresie $35-85^\circ$. W obu kombajnach zastosowano ten sam układ korpusu, ramion z organami, ramienia ciągnącego oraz kołowrotu. Kombajn RPB60 (rys. 7) urabia pokłady ultracienkie od 0,38 m do 0,85 m przy mocy silników organów 2×30 kW. Natomiast PMA80 urabia pokłady cienkie do średnich, od 1,10 m do 2,5 m przy napędzie organów 2×120 kW. W obu kombajnach silniki napędzające organy zabudowane są w kadłubie, jednak ich osie są równoległe, co upraszcza przekazanie momentu.



Rys. 7. Dwuorganowy kombajn RPB60 firmy Mackinado cienkich pokładów oraz kołowrót

Niezwykłą konstrukcją jest kombajn Mackina TEMP-H (rys. 8), który jest dwuorganowy, ale jedno-ramionowy, z ciągłym systemem posuwu i przeznac-

zony jest do pracy bezpośrednio na spągu w cienkich pokładach silnie nachylonych podłużnie w zakresie $30-85^\circ$. Za jego wyjątkowością przemawiają zastosowane rozwiązania odróżniające go od pozostałych kombajnów do pokładów nachylonych. Kombajn ten wyposażony jest w jeden silnik elektryczny o mocy 80 kW, który przez przekładnię hydrostatyczną (pompa-silnik) napędza organ dolny (pierwszy). Natomiast organ górny (drugi) napędzany jest z organu dolnego przez łańcuch opasający ramię. Łańcuch pełni jednocześnie funkcję napędową oraz urabiającą, w związku z tym zbrojony jest nożami. Zastosowanie noży styczno-obrotowych do zbrojenia organów przy wykorzystaniu noży promieniowych do zbrojenia łańcucha jest również nietypowe.



Rys. 8. Dwuorganowy kombajn TEMP-H firmy Mackinado cienkich pokładów

Firma Beijing HOT Mining Tech Co., Ltd (dalej HOT) jest dostawcą produktów i usług dla górnictwa i przeróbki kopalin. Oferuje maszyny produkowane przez cztery firmy zewnętrzne typu Original Equipment Manufacturer (tzw. OEM), czyli HOT jedynie firmuje te produkty. Co nie zmienia faktu, że informacja o oferowanych przez HOT kombajnach ścianyowych jest warta przytoczenia.

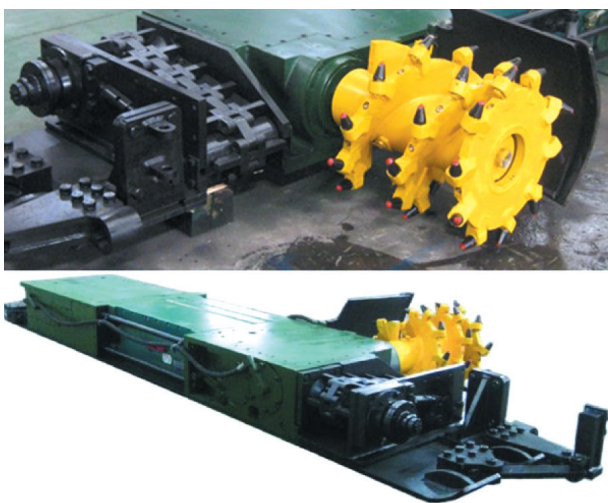
Kombajn dwuorganowy, dwuramionowy HMG100/250-PBD HOT również charakteryzuje się klasyczną konstrukcją i porusza się po przenośniku, jednak nie jest wyposażony w ciągniki, a jego napędy ciągłego systemu posuwu znajdują się w chodnikach.

Kolejne rozwiązanie firmy HOT stanowią kombajny jednoramionowe, jednoorganowe z beczcięnowym systemem posuwu, których trzy modele tworzą serię HMG. Kombajny te klasycznie poruszają się po przenośniku z zastosowaniem jednego ciągnika oraz podwójnych kół trakowych w popularnym systemie typu Eicotrack (rys. 9). Kombajny HMG wyposażono silniki organów o mocy kolejno 100 kW, 100 kW, 120 kW i przeznaczone są do eksplantacji ścian o wysokości w zakresie od 0,75 m do 1,2 m.



Rys. 9. Jednoorganowy kombajn HMG100/111-TWD firmy HOT do cienkich pokładów

Ostatnim omawianym kombajnem jest konstrukcja jednoorganowa, bezramionowa z ciągnowym systemem posuwu do bezpośredniej pracy na spągu, do pokładów silnie nachylonych HMG100-TP firmy HOT (rys. 10). W odróżnieniu od pozostałych kombajnów tego typu, ten kombajn ładuje na przenośnik ścianowy za pomocą krótkiego przenośnika zgrzeblowego odprowadzającego urobek bezpośrednio z okolicy organu. Kombajn nie posiada zabudowanego w kadłubie napędu posuwu i wymaga zastosowania kołowrotu. Kombajn w zależności od średnicy organu, napędzany silnikiem o mocy 100 kW, przeznaczony do pracy w ścianach od 0,44 m do 0,9 m.



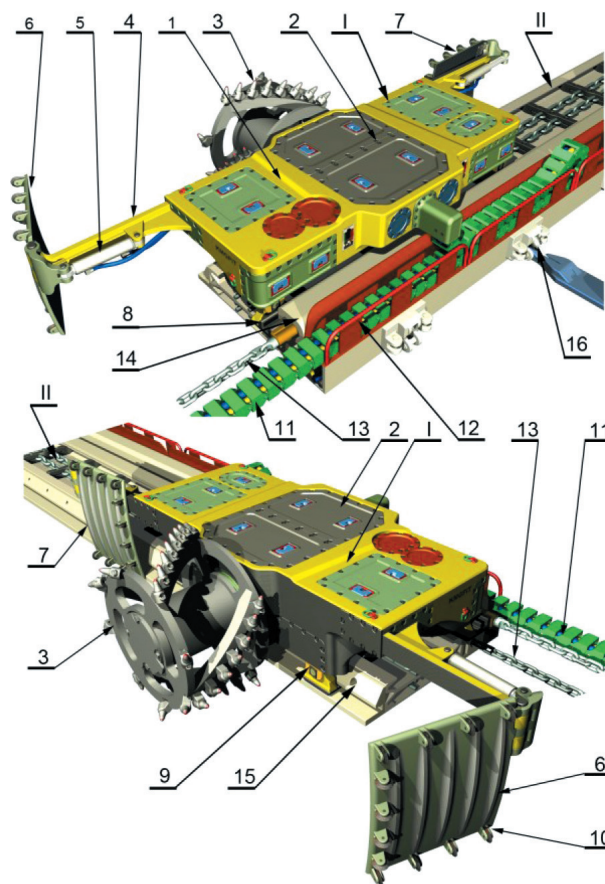
Rys. 10. Jednoorganowy kombajn HMG100-TP firmy HOT do ultracienkich pokładów

4. KOMBAJN JEDNOORGANOWY DO CIENKICH POKŁADÓW

Pomimo dużego zróżnicowania konstrukcji kombajnów ścianowych oraz statycznych strugów węglowych nadal nie rozwiązano kluczowych problemów pozwalających na zwiększenie wydobywania [14]. Rozwiązaniem pozwalającym na osiągnięcie

zadowalającego, ekonomicznie uzasadnionego w polskich warunkach, wydobywania dobowego w ścianach o wysokości od 1,0 m do 1,6 m jest kompleks ścianowy, wyposażony w kombajn jednoorganowy. Kombajn jednoorganowy łączy w sobie zalety techniki strugowej oraz kombajnowej, eliminując jednocześnie ich podstawowe wady. Przedmiotowe rozwiązanie zostało opracowane w AGH i stanowi obiecującą alternatywę dla obecnych kompleksów ścianowych.

Rysunek 11 przedstawia kombajn jednoorganowy (I) posadowiony na przenośniku ścianowym (II). Zgodnie z założeniami kombajn składa się z kadłuba (1), którego głównym zespołem jest jednostka napędowa (2) z zamocowanym na końcu wału frezującym organem przestrzennym (3).



Rys. 11. Rozwiązanie AGH kombajnu jednoorganowego na przenośniku ścianowym

Do kadłuba za pomocą ramion (4) i siłowników (5) mocowane są ładowarki. Ładowarka (6) znajduje się w pozycji aktywnej, natomiast ładowarka (7) w pozycji biernej. Kadłub posiada dwie płozy zawałowe (8) oraz dwie płozy ociosowe (9). Płozy zawałowe (8) połączone są z łańcuchem napędowym (13). Kadłub od strony zawałowej posiada uchwyt układaka (11) z przewodami. Każda ładowarka wyposażona jest

w rolki (10) zabezpieczające je przed blokowaniem na nierównościach. Przewody znajdują się w układaku (11) i prowadzone są w zastawce (12). Kombajn (I) ciągnięty jest za pomocą łańcucha (13). Płoza ociosowa (9) kombajnu porusza się po prowadzeniu ociosowym (15) przenośnika, natomiast płoza zawałowa (8) porusza się po prowadzeniu zawałowym (14) przenośnika. Kompleks wyposażono w siłowniki korekcji poprzecznej (16).

Rozwiązanie takie umożliwia efektywną eksploatację przedmiotowych pokładów dzięki pracy w systemie ścianowym z urabianiem dwukierunkowym, zastosowaniu frezowania, rozdzieleniu procesu frezowania od ładowania, zastosowaniu pełnej automatyzacji pracy, ciągnowemu systemowi posuwu, możliwości rozpoczęcia nowego skrawu bez konieczności zawrębiania [14, 15].

5. PODSUMOWANIE

Producenci maszyn górniczych zarówno w Polsce, jak i na świecie oferują wiele typów kombajnów i strugów węglowych, przeznaczonych do pracy w zmechanizowanych kompleksach ścianowych. W szczególności w przypadku kombajnów rozwiązania dostępne w różnych krajach wyraźnie różnią się od konstrukcji klasycznych, a jest to spowodowane lokalnymi uwarunkowaniami tak naturalnymi, jak i gospodarczymi. Opracowany w artykule przegląd i podział kombajnów ścianowych zwraca wyraźnie uwagę na mnogość rozwiązań. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest ciągłe poszukiwanie maszyn przeznaczonych do pracy wykreślonych, specyficznych warunkach, jak również rosnące możliwości techniczne, a zwłaszcza rozwój automatyzacji pozwalający na wyeliminowanie człowieka z miejsc szczególnie niebezpiecznych.

Przedstawione, stosowane obecnie kombajny ścianowe nierzadko pozwalają na uzyskanie jedynie kilkuset ton wydobywania dobowego ze ściany, co w polskich warunkach nie jest akceptowalne.

W rozwiązaniach światowych oprócz maszyn tworzących kombajnowe kompleksy ścianowe, stosowane są również maszyny urabiające przeznaczone do innych metod i systemów eksploatacji [4, 5].

Zaproponowany przez AGH jako rozwiązanie koncepcyjne i perspektywiczne, kompleks do eksploatacji cienkich pokładów wyposażony jest w kombajn jednoorganowy przeznaczony do pracy w technologii urabiania dwukierunkowego. Charakterystyczną cechą tej technologii, w tym przypadku, jest brak fazy

zawrębiania oraz praca na pełny zabiór na całej długości ściany. Zastosowanie organu frezującego pozwala pozytywnie ocenić możliwość wdrożenia takiego kombajnu do pracy w pokładach z zaburzeniami oraz węglami o najwyższych wskaźnikach skrawalności. Rezygnacja z realizacji ładowania organami oraz wycofanie obsługi ze ściany eliminuje najważniejsze ograniczenia klasycznej techniki kombajnowej.

Podziękowania

Prace finansowane z Grantu Dziekańskiego na Wydziale Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH w ramach umowy numer 15.11.130.838.

Literatura

- [1] Beijing HOT Mining Tech Co., Ltd, www.hotmining.cn [22.05.2018].
- [2] Mackina-Westfalia S.A., www.mackina-westfalia.com (20.03.2018).
- [3] Corum Group, www.corum.com [22.05.2018].
- [4] Kotwica K., Mendyka P., Bołoz Ł. et al.: *Wybrane problemy urabiania, transportu i przeróbki skał trudnourabialnych*, t. 1, red. K. Krauze, Wydawnictwa AGH, Kraków 2016.
- [5] Bołoz Ł.: *Maszyny urabiające w wybranych metodach eksploatacji cienkich pokładów węgla kamiennego*, „Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji, Górnictwo – Perspektywy i Zagrożenia: Węgiel, Tania Czysta Energia i Miejsca Pracy” 2018, 7, 1: 131–142.
- [6] Bołoz Ł.: *Maszyny urabiające w ścianowych systemach eksploatacji cienkich pokładów węgla kamiennego*, „Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji, Górnictwo – Perspektywy i Zagrożenia: Węgiel, Tania Czysta Energia i Miejsca Pracy” 2018, 7, 1: 143–154.
- [7] Jaszczuk M.: *Ścianowe systemy mechanizacyjne*, Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 2007.
- [8] Krauze K.: *Urabianie skał kombajnami ścianowymi*, Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 2000.
- [9] Krauze K.: *Urabianie skał strugami statycznymi*, Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 2012.
- [10] Piechota S.: *Podstawowe zasady i technologie wybierania kopalni stałych*, Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Kraków 2003.
- [11] KOPEX S.A., www.kopex.com.pl [22.05.2018].
- [12] Famur S.A., www.famur.com.pl [22.05.2018].
- [13] Eickhoff Bergbautechnik GmbH, www.eickhoff-bochum.de [22.05.2018].
- [14] Bołoz Ł.: *Ocena obciążenia jednoorganowego kombajnu ścianowego na podstawie badań analitycznych*, AGH w Krakowie, Kraków 2012 [praca doktorska].
- [15] Bołoz Ł.: *Kombajnowy kompleks ścianowy przeznaczony do pracy w niskich ścianach*, „Przegląd Górniczy” 2016, 72, 6: 91–97.

dr inż. ŁUKASZ BOŁOZ

Katedra Maszyn Górniczych, Przerobczych
i Transportowych
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
boloz@agh.edu.pl