



Kombajnowy kompleks ścianowy przeznaczony do pracy w niskich ścianach

Shearer longwall system for operation in lower longwalls

Dr inż. Łukasz Boloż^{*)}

Treść: Na wstępie artykułu zwrócono uwagę na konieczność eksploatacji węgla kamiennego z pokładów cienkich oraz przedstawiono zasoby polskich kopalń w tym zakresie. Następnie omówiono bariery ograniczające możliwość ich efektywnej eksploatacji. Sprecyzowano założenia do kompleksu ścianowego, który sprostą trudnym warunkom występującym w polskich kopalniach oraz oczekiwaniom użytkowników. Przedstawiono projekt kombajnu, współpracującego z nim przenośnika ścianowego oraz zmechanizowanej obudowy ścianowej wraz z opisem technologii pracy oraz analizą możliwego do uzyskania wydobywania dobowego. Przedstawiony kombajnowy kompleks ścianowy przeznaczony jest do eksploatacji pokładów o miąższości od 1,0 m do 1,6 m.

Abstract: In the introduction of this study, problems of the necessity of hard coal exploitation from thin coal seams are discussed and adequate resources of Polish mines presented. Then barriers limiting possibility of effective exploitation are discussed. Suitable assumptions have been determined for the shearer longwall system, operating in hard conditions occurring in Polish mines, which is able to satisfy expectations of potential users. Design of the shearer mated with longwall conveyor and mechanized longwall support, including description of the operational technology and analysis of realistic daily output, is presented. The presented shearer longwall system is destined for the exploitation of coal seams of the thickness from 1,0 m to 1,6 m.

Słowa kluczowe:

cienkie pokłady, niskie ściany, kompleks ścianowy, kombajn ścianowy, wydobywanie dobowe

Key words:

thin seams, low longwalls, longwall system, longwall shearer, daily output

1. Wprowadzenie

Pomimo obecnej, trudnej sytuacji polskiego górnictwa, jest ono nadal i długo pozostanie strategiczną branżą. Polska dysponuje stosunkowo dużymi zasobami surowców energetycznych, a ciągle rosnące zapotrzebowanie na energię winno skutkować ich racjonalnemu wykorzystaniu. Eksploatacja węgla kamiennego z pokładów cienkich jest jedną z możliwości takiego racjonalnego gospodarowania zasobami naturalnymi. Pomimo wielu przeciwników wykorzystywania węgla oraz ogólnemu kwestionowaniu roli paliw kopalnych, aby sprostać wysokiemu zapotrzebowaniu na energię, nie można ignorować żadnego dostępnego źródła energii. Ostatnie decyzje podjęte przez Unię Europejską, dotyczące emisji dwutlenku węgla, nie mogą być powodem stagnacji polskiego górnictwa, a wręcz przeciwnie, powinny stać się argumentem do rozwijania technologii eksploatacji, umaszynowania i wdrażania ich w polskich i światowych kopalniach.

W związku z wybieraniem coraz cieńszych pokładów węgla, zalegających bardzo głęboko, w trudnych warunkach górnictwo-geologicznych napotyka się duże problemy związane z uzyskaniem wymaganej wydajności wydobywania przy użyciu stosowanych aktualnie metod. Od kilku lat obserwuje się rosnące zainteresowanie rozwijaniem technologii wybierania cienkich pokładów z pomocą kompleksów ścianowych kom-

bajnowych oraz strugowych. Przyjmuje się, że pokłady cienkie to te o miąższości od 1,0 m do 1,5 m, ewentualnie 1,6 m. Ta niewielka wysokość wyrobiska ścianowego jest powodem wielu ograniczeń podczas ich eksploatacji.

2. Stan obecny w zakresie eksploatacji cienkich pokładów węgla kamiennego

Problem eksploatacji cienkich pokładów węgla kamiennego jest przedmiotem zainteresowania zarówno użytkowników, jak i producentów zmechanizowanych kompleksów ścianowych. Eksploatacja węgla rozpoczyna się od złóż najbardziej atrakcyjnych pod względem opłacalności wydobywania, czyli pokładów średnich i grubych, pozostają jednak pokłady cienkie i mocno nachylone.

Udział pokładów o miąższości do 1,5 m w zasobach operatywnych polskich kopalń na koniec 2013 roku wynosił 19,6 %, co daje prawie 677 mln Mg węgla. Natomiast pokłady o grubości w zakresie 1,2 m ÷ 1,5 m stanowią 17,16 %, co przekłada się na 592 mln Mg. Dane te dotyczą wszystkich kopalń i przedstawiają stan dla całego złoża. Należy jednak zaznaczyć, że udział przedmiotowych pokładów, w poszczególnych kopalniach jest znacznie większy. Przykładowo LW „Bogdanka” S.A. posiada 21,4 % węgla w pokładach o grubości 1,2 m ÷ 1,5 m, co daje 76 mln Mg węgla [10]. W KWK „Zofiówka” pokłady o grubości 1,0 m ÷ 1,5 m stano-

^{*)} AGH w Krakowie

wiąz 38.0 %, co daje 113 mln Mg węgla [11]. W kopalni KWK „Bolesław Śmiały” w obecnej chwili 51.0 % zasobów przemysłowych stanowią pokłady cienkie, w KWK „Krupiński” 38.0 %, w KWK „Budryk” 37.0 %, a w KWK „Murcki” 33.0 % [12]. Warto również zwrócić uwagę na udział cienkich pokładów w bazie zasobowej niektórych krajów Europy i Azji, szczególnie Ukrainy i Chin.

Oprócz zasobów, istotne są również zmiany sposobu klasyfikacji pokładów z operatywnych na przemysłowe, bilansowe i pozabilansowe. Przy intensywnej eksploatacji pokładów średnich i grubych eksploatacja pokładów cienkich na przestrzeni ostatnich lat zmniejszyła się o ponad połowę. Spowodowane jest to zaniechaniem wybierania udokumentowanych już zasobów w pokładach o grubości do 1.5 m, jak również klasyfikowaniem nowo rozpoznanych, cienkich pokładów jako nieprzemysłowe. W obecnej chwili zasoby węgla w polskich kopalniach, w pokładach o miąższości do 1,5 m, zaklasyfikowane jako przemysłowe wynoszą 1 167 mln Mg, bilansowe 8 020 mln Mg, natomiast pozabilansowe 6 781 mln Mg. Opracowanie zmechanizowanego kompleksu ścianowego do eksploatacji cienkich pokładów może w znaczący sposób wpłynąć na klasyfikację pokładów w najbliższej przyszłości.

Dokonano analizy danych dotyczących wybranych maszyn do eksploatacji cienkich pokładów węgla kamiennego, dostępnych na polskim oraz światowych rynkach. Stwierdzić można, że znaczący udział cienkich pokładów węgla kamiennego w Polsce oraz brak odpowiednich maszyn do ich efektywnego wybierania, skłania do poszukiwania nowych rozwiązań technicznych maszyn oraz systemów maszyn [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Strugi węglowe z prowadzeniem mieczowym czy też ślizgowym są w zasadzie do siebie podobne niezależnie od typu czy też producenta, oczywiście poszczególne rozwiązania są w różnym stopniu technicznie zaawansowane. Szczególne różnice widoczne są w systemach automatyki, diagnostyki i sterowania. Jednak w żadnym z dostępnych kompleksów strugowych nie rozwiązano kluczowych wad tej techniki. Obecnie od kilku lat technika strugowa jest ponownie stosowana w polskich kopalniach, pozwala ona na uzyskiwanie zadawalającego poziomu wydobywania, jednak jest to bardzo wymagająca technologia.

W przypadku techniki kombajnowej obserwuje się w ostatnim czasie szczególne zainteresowanie producentów kompleksami do eksploatacji pokładów cienkich. W związku z tym tworzone są nowe, technicznie zaawansowane rozwiązania, nie tylko kombajnów ścianowych, ale całych kompleksów. Jednak we wszystkich nowych rozwiązaniach, pomimo prób zastosowania automatyzacji, nadal wymagana jest obecność ludzi w ścianie oraz stosowane są organy ślimakowe, co nie pozwala na rozdzielenie funkcji frezowania od ładowania.

Pośród wspomnianych wad i zalet poszczególnych maszyn należy podkreślić te wady, które są w obecnej chwili krytycznymi przeszkodami uniemożliwiającymi efektywną eksploatację węgla kamiennego z cienkich pokładów, w polskich warunkach górniczo-geologicznych. W przypadku techniki strugowej jest to duży wpływ urabialności węgla na uzyskiwane wydobywanie. Wynika to z zastosowania strugania jako metody urabiania, gdzie całkowita siła oporów skrawania, ładowania i ruchu głowicy oraz łańcucha musi być pokonana przez napędy zlokalizowane w chodnikach. Ponadto technika strugowa może być zastosowana jedynie w pokładach o odpowiednich warunkach górniczo-geologicznych, których w Polsce jest nieznaczna liczba. Do wymagań należy także zaliczyć: brak uskoków i przerostów, stosunkowo stałą miąższość pokładu, niski wskaźnik skrawalności węgla. Głównymi wadami techniki kombajnowej, odnosząc się do pokładów cienkich, są: brak pełnej automatyzacji, co wymusza obecność operatora kombajnu w pobliżu maszyny,

duże straty czasowe spowodowane koniecznością realizacji procesu zawrębiania oraz znaczne ograniczenie wydobywania wynikające z problemów z realizacją procesu ładowania za pomocą frezujących organów ślimakowych [1].

Problem ładowania wynika ze zbyt małej objętości wewnętrznej organów dostosowanych do pokładów cienkich. Zakładając minimalne wydobywanie dobowe na poziomie 4 000 Mg/d oraz zastosowanie organu z piastą o średnicy 900 mm wykazano, że nie ma możliwości uzyskania założonego wydobywania w zakresie wysokości ściany $H = 1.0 \div 1.6$ m.

Na podstawie powyższych informacji oraz danych technicznych produkowanych obecnie maszyn, określić można wytyczne i założenia do nowego rozwiązania maszyny urabiającej przeznaczonej do wydobywania węgla w ścianach niskich. Kombajn do eksploatacji cienkich pokładów powinien spełniać następujące wymagania [1]:

- praca w systemie ścianowym,
- zastosowanie frezowania jako metody skrawania,
- rozdzielenie procesu frezowania od procesu ładowania,
- zastosowanie pełnej automatyzacji pracy,
- zastosowanie ciągnowego systemu posuwu,
- możliwość rozpoczynania nowego skrawu bez konieczności zawrębiania,
- gabaryty dostosowane do pracy w ścianach o wysokości od 1.0 m do 1.6 m,
- praca dwukierunkowa.

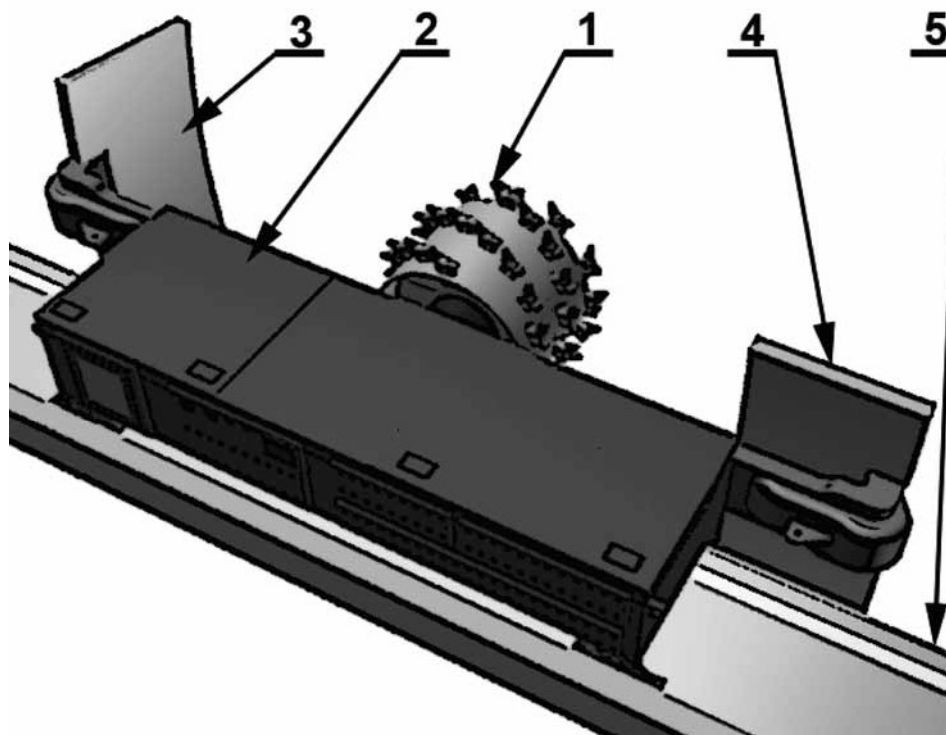
3. Kompleks ścianowy do eksploatacji cienkich pokładów

Rys. 1 przedstawia koncepcję kombajnu jednoorganowego. Kombajn ten składa się z kadłuba 2, jednego zamocowanego centralnie organu urabiającego 1 oraz dwóch rozkładanych ładowarek odkładniowych 3 i 4. Ładowarka 3 znajduje się w pozycji czynnej, natomiast ładowarka 4 w biernej. Kombajn jest ciągnięty po rynnach przenośnika 5 za pomocą łańcucha.

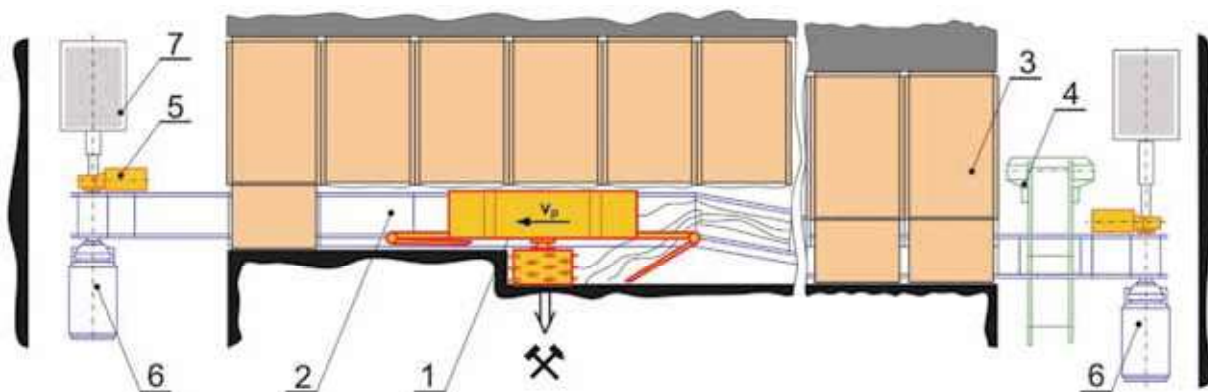
Ścianowy kompleks kombajnowy jest zestawem maszyn służącym do eksploatacji minerału użytecznego. W skład kompleksu wchodzi zmechanizowana obudowa ścianowa, ścianowy przenośnik zgrzeblowy oraz kombajn ścianowy. Rys. 2 przedstawia schemat zmechanizowanego kompleksu ścianowego spełniającego postawione wymagania.

Kompleks taki wyposażony jest w kombajn jednoorganowy 1, ścianowy przenośnik zgrzeblowy 2, podścianowy przenośnik zgrzeblowy 4 oraz zmechanizowaną obudowę ścianową 3. Z usytuowania napędów przenośnika zgrzeblowego 6 oraz napędów posuwu kombajnu 5 wynika miejsce prowadzenia łańcucha napędowego, które zlokalizowano od strony zrobów. Przy czym zorientowanie napędów 5 posuwu kombajnu (prostopadłe, równoległe) jest dowolne. Przewiduje się zastosowanie układów przesuwanych 7 do przemieszczania napędów za postępowaniem ściany.

Średnica organu dla takiego kombajnu dobierana jest do grubości pokładu. Przy czym zastosowany organ jest organem bez płatów. Należy podkreślić celowość zastosowania frezowania jako metody urabiania. W warunkach górniczo-geologicznych polskich kopalń węgla kamiennego pokłady są niejednokrotnie trudno urabialne o zmiennej miąższości z występującymi zaburzeniami. W przedmiotowym rozwiązaniu przyjęto organ o konstrukcji przestrzennej (belki nożowe zamiast płatów), aby powstający podczas frezowania urówek mógł spadać na spąg [8]. Funkcję ładowania, realizowaną normalnie przez płaty, przejmują ładowarki. Rozdzielenie procesu ładowania od procesu frezowania jest jedną z najważniejszych zalet prezentowanego rozwiązania. Podczas pracy w ścianie parametry kinematyczne kombajnu mogą być zwiększane bez ryzyka wystąpienia problemów z ładowaniem na przenośnik,



Rys. 1. Koncepcja jednoorganowego kombajnu ścianowego
Fig. 1. Concept of a single cutting head longwall shearer



Rys. 2. Schemat zmechanizowanego kompleksu ścianowego do wybierania cienkich pokładów
Fig. 2. Scheme of mechanized longwall system used for thin coal seams exploitation

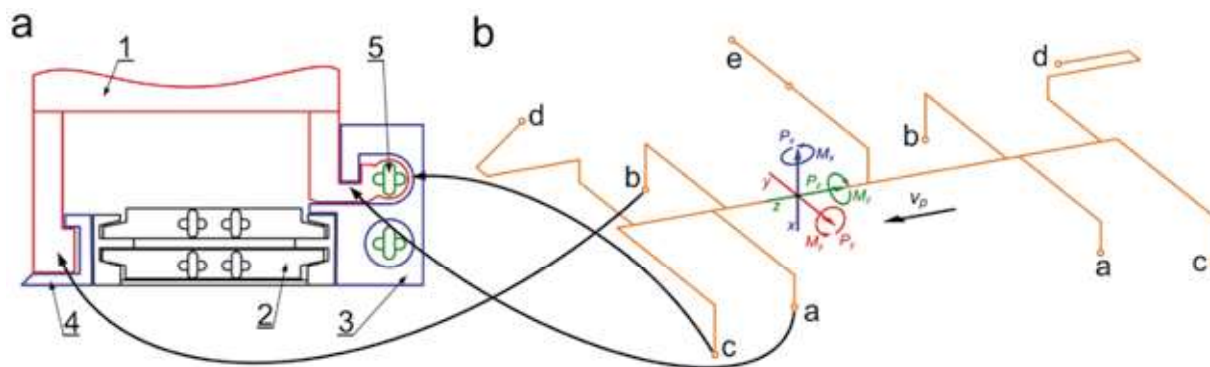
co obok możliwości ruchowych kombajnisty było głównym czynnikiem hamującym wzrost wydobywania. Załadunek urobku na przenośnik odbywa się za pomocą ładowarki, która po zmianie kierunku urabiania składa się, natomiast druga ustawiana jest w pozycji roboczej.

Sposób ładowania za pomocą ładowarki odkładniowej nie był do tej pory stosowany. Brak wiedzy na temat zachowania takiego rozwiązania w przypadku trudnych warunków był inspiracją do opracowania ładowarki aktywnej. Ładowarka aktywna może być umieszczona w kadłubie kombajnu, a jej elementy ruchome wspomagać będą proces ładowania [7].

Kombajn porusza się tradycyjnie po rynnie przenośnika, jednak przy zastosowaniu ciągnowego systemu posuwu, za pomocą napędów znajdujących się w chodnikach. Rozwiązanie takie umożliwia znaczne zmniejszenie gabarytów kombajnu dzięki usunięciu ciągników z kadłuba. Ponadto kombajn w przypadku awarii można przemieścić do chodnika, co eliminuje konieczność wchodzenia do ściany i napraw w ograniczonej

przestrzeni. Rys. 3 przedstawia koncepcję realizacji sposobu prowadzenia kombajnu. Rys. 3b przedstawia szkielet konstrukcji kombajnu, który w dalszych pracach wykorzystany został do stworzenia modelu fizycznego i matematycznego działającego na niego obciążenia. Na schemat ten naniesiono zredukowane do środka ciężkości obciążenie, jakie działa na kombajn podczas pracy. Obciążenie to musi zostać przeniesione przez napęd oraz prowadzenie kombajnu. Na szkielecie za pomocą a – oznaczono płozy od strony zawału, b – płozy od strony ociosu, c – miejsca mocowania łańcucha napędowego, d – ładowarki oraz e organ urabiający. Konstrukcja prowadzenia powinna zapewnić ruch kombajnu wzdłuż przenośnika, odbierając jednocześnie pozostałe stopnie swobody. Natomiast łańcuch napędowy powinien być zabudowany w osłonie pozwalającej jednocześnie na jego prowadzenie.

Rys. 3a przedstawia koncepcję takiego prowadzenia. Kadłub 1 kombajnu jednoorganowego porusza się po specjalnych prowadzeniach, zawałowym 3 oraz ociosowym 4. Przy



Rys. 3. Koncepcja sposobu prowadzenia kombajnu
Fig. 3. Concept of the shearer operation

czym w prowadzeniu zawałowym 3 przewiduje się miejsce na łańcuch napędowy 5 mocowany do kadłuba kombajnu [1].

Należy zaznaczyć, że w prezentowanym rozwiązaniu zakłada się zastosowanie pełnej automatyzacji pracy kombajnu i pozostałych maszyn ścianowych, co pozwala na urabianie calizny bez obecności załogi bezpośrednio w wyrobisku. Ma to duże znaczenie dla możliwości zwiększenia prędkości posuwu, szczególnie przy zakresie wysokości $1.0\text{ m} \div 1.6\text{ m}$. Przy wykorzystaniu znanych, z rozwiązań strugowych, systemów automatyki, sterowania i diagnostyki wprowadzenie pełnej automatyzacji procesu jest możliwe.

Jednym z etapów wspomnianej technologii urabiania dwukierunkowego za pomocą kombajnu ścianowego jest bardzo istotny proces, mianowicie zawrębianie. Proces ten w praktyce trwa $15\text{ minut} \div 60\text{ minut}$ i znacznie ogranicza wydobyte dobowe. Jednak ze względu na długość obecnie produkowanych kombajnów nie jest możliwe zrealizowanie przekładki bez zawrębiania, jak ma to miejsce w przypadku techniki strugowej. W proponowanym rozwiązaniu kombajn ma możliwość wyjechania do chodnika na tyle, aby można było wykonać przekładkę jak w przypadku strugów. Uzyskuje się wtedy krótki czas przekładki, który w skrajnym przypadku może zmieścić się w tak zwanym czasie organizacyjnym ściany. Ponadto urabianie odbywa się pełnym zabiorem na całej długości ściany, co również korzystnie wpływa na wydobyte. Przekładkę wykonuje się za pomocą układów przesuwanych sekcji, a także układów przesuwanych napędów zlokalizowanych w chodnikach lub obudowie skrzyżowań.

Zastosowane w ścianowej technice strugowej siłowniki korekcyjne zyskały duże uznanie załóg górniczych. Dlatego też zaczęto je stosować w niektórych kompleksach ścianowych. Do sterowania położeniem kombajnu jednoorganowego, a w szczególności kierunkiem eksploatacji na wybiegu ściany (wznios, upad), zastosowane będą siłowniki korekcyjne łączące belkę układu przesuwanego sekcji z rynną przenośnika.

Podczas wspomnianego wyjeżdżania kombajnu do chodnika spodziewać się należy wysypywania urobku do chodników, co ma również miejsce w ścianach strugowych. Urobek z chodników usuwany jest za pomocą spagolodowarek, ogranicza to jednak postęp. Rozwijana nadal, druga generacja urządzenia (tzw. Układ Samoładowania Urobku) opracowanego przez firmy „Sigma” S.A. oraz „Hajduk Group” Sp. z o. o., cieszy się dobrą opinią pracowników LW „Bogdanka” S.A [9].

W przypadku zmiany grubości pokładu na wybiegu ściany istnieje możliwość wymiany organu na większy lub mniejszy, wraz ze zmianą organu przewidzieć należy również zmianę wysokości posadowienia kombajnu oraz wysokości ładowarki odkładniowej. Uwzględniając zaproponowany zakres wysokości urabiania od 1.0 m do 1.6 m , przyjęto cztery średnice organów $\phi 1000\text{ mm}$, $\phi 1200\text{ mm}$, $\phi 1400\text{ mm}$ oraz $\phi 1600\text{ mm}$.

Zakłada się zastosowanie organów o zabiorze około 800 mm .

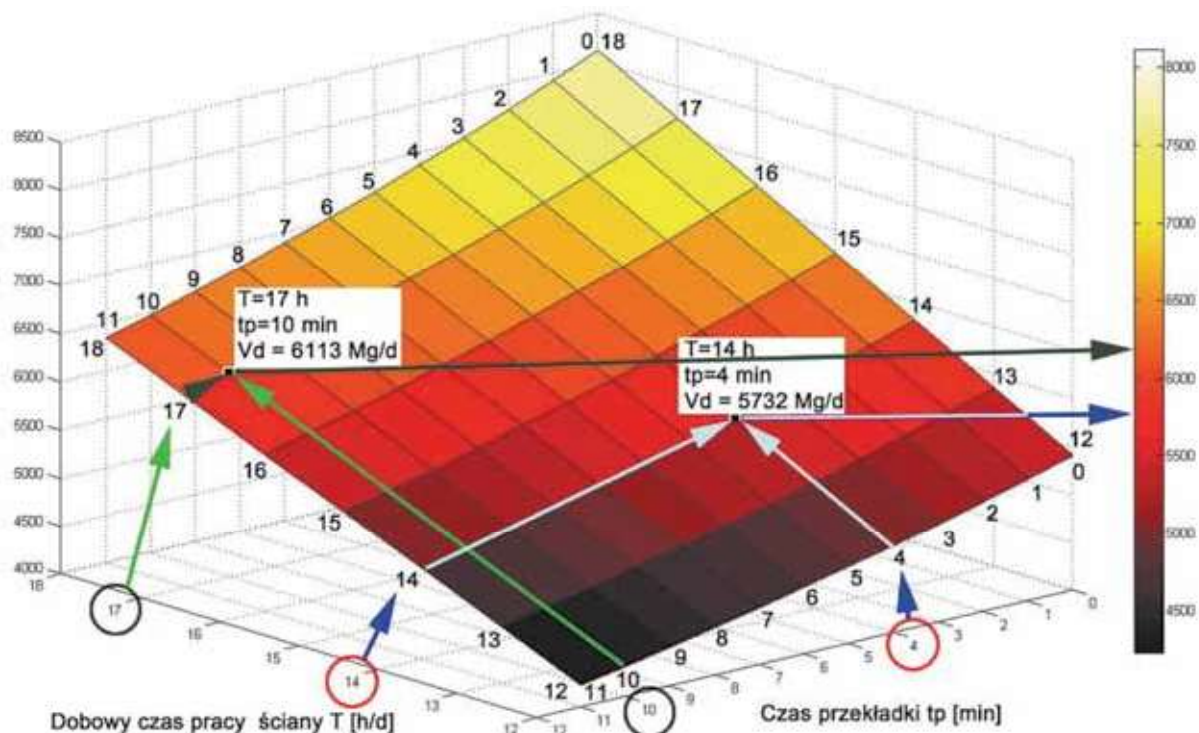
Miara efektywności kompleksu ścianowego jest możliwe do uzyskania wydobyte dobowe. Na podstawie aktualnego stanu wiedzy przyjęto wartości parametrów organizacyjnych wyrobiska ścianowego oraz dokonano analizy wydobyte dobowego na podstawie wzorów znanych z literatury. W wyniku analizy otrzymano szereg tabel oraz wykresów [1].

Rys. 4 przedstawia przykładowy wykres wydobyte dla ściany o długości 220 m oraz wysokości 1.4 m . Na wykres naniesiono przykładową analizę wydobyte dobowego. Zakładając, że przekładka będzie trwała 10 min , a dobowy czas pracy wyniesie 17 h , uzyskać można wydobyte dobowe około $6\ 100\text{ Mg}$. Jednak możliwe jest zmniejszenie dobowego czasu pracy ściany do 14 h , gdzie poprawiając jednocześnie organizację pracy ściany (czas przekładki skrócony do 10 min), można uzyskać niewiele mniejsze wydobyte dobowe.

Zestawione tabelarycznie dane pozwalające na określenie wydobyte dobowego, możliwego do uzyskania przy określonych wartościach parametrów geometrycznych ściany, kinematycznych kombajnu oraz organizacyjnych pracy ściany posłuży do przeprowadzenia analizy efektywności. Dla założonych parametrów można stwierdzić, że minimalne wydobyte dobowe na poziomie $V_d = 4032\text{ Mg/d}$ uzyskano dla $L = 180\text{ m}$, $t_p = 11\text{ min}$, $H = 1.0\text{ m}$ oraz $T = 12\text{ h/d}$. Maksymalne wydobyte dobowe na poziomie $V_d = 11\ 612\text{ Mg/d}$ uzyskać można dla $L = 300\text{ m}$, $t_p = 0\text{ min}$, $H = 1.6\text{ m}$ oraz $T = 18\text{ h/d}$. Na wydobyte dobowe największy wpływ ma dobowy czas pracy ściany, a następnie czas przekładki [1].

Przedstawione wcześniej wyniki analizy wydobyte dobowego uwzględniają jedynie parametry ściany (długość, wysokość), kombajnu (urabianie, ładowanie) i organizacji pracy (dobowy czas pracy, czas organizacyjny i przekładki). Pominięta została analiza ograniczenia prędkości posuwu kombajnu ze względu na zdolność przejmowania urobku przez przenośnik oraz czas przesterowania sekcji. Podejście takie pozwoliło na dobranie istotnych parametrów kombajnu niezależnie od wspomnianego przenośnika i obudowy. Na podstawie krytycznych parametrów obudowy oraz przenośnika dla danej wysokości wyrobiska ścianowego określono następujące wymagania tych maszyn dla całego zakresu miąższości pokładów cienkich [1]:

- Zgrzeblowy przenośnik ścianowy:
 - szerokość $s_r = 850\text{ mm}$,
 - profil rynny $w_r = 200\text{ mm}$,
 - prędkość zgrzebeł łańcucha $v_t = 1.5\text{ m/s}$,
 - wydajność $Q_t > 1400\text{ Mg/d}$.
- Zmechanizowana obudowa ścianowa:
 - podziałka sekcji $t_{ob} = 1.5\text{ m}$,
 - czas przesterowania sekcji $t_{st} < 7.5\text{ s}$,
 - skok układu przesuwanego 850 mm ,
 - zakres roboczy $1.0\text{ m} \div 1.6\text{ m}$.



Rys. 4. Wydobywanie dobowe dla ściany o długości 220 m i wysokości 1.4 m
 Fig. 4. Daily output for a longwall 220 m in length and 1.4 m in height

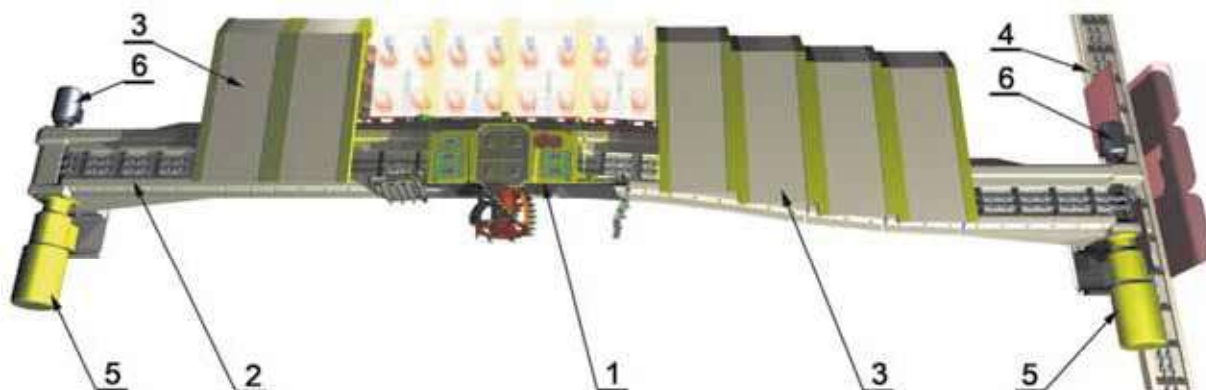
Przedstawione parametry ścianowego przenośnika zgrzeblowego oraz zmechanizowanej obudowy ścianowej pozwalają na zastosowanie produkowanych maszyn. Należy jednak zdawać sobie sprawę z konieczności wykonania ich specjalnych wersji na potrzeby kompleksu do cienkich pokładów. Możliwe jest również zastosowanie rozwijanej obecnie w Katedrze Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych AGH nowej konstrukcji obudowy podporowej [1].

Określone parametry geometryczne i kinematyczne kombajnu jednoorganowego, ścianowego przenośnika zgrzeblowego oraz zmechanizowanej obudowy chodnikowej pozwoliły na opracowanie projektu wstępnego przedmiotowego kombajnu oraz jego modelu 3D w programie Autodesk Inventor. Uwzględniając ścisłą współpracę kombajnu z przenośnikiem oraz obudową opracowano również modele tych maszyn [1].

Rys. 5. przedstawia kombajnowy kompleks ścianowy składający się z kombajnu jednoorganowego 1, ścianowego

przenośnika zgrzeblowego 2, sekcji zmechanizowanej obudowy ścianowej 3 i podścianowego przenośnika zgrzeblowego 4. Na końcach przenośnika ścianowego znajdują się jego napędy 5 oraz napędy 6 kombajnu. Poziom spąg chodnika jest obniżony w stosunku do spągu ściany na tyle, że przenośnik podścianowy 4, napęd przenośnika 5 oraz napęd kombajnu 6 zabudowane są pod rynnami przenośnika ścianowego. W prezentowanym rozwiązaniu zastosowano przesyp czołowy przenośnika ścianowego 2 na przenośnik podścianowy 4.

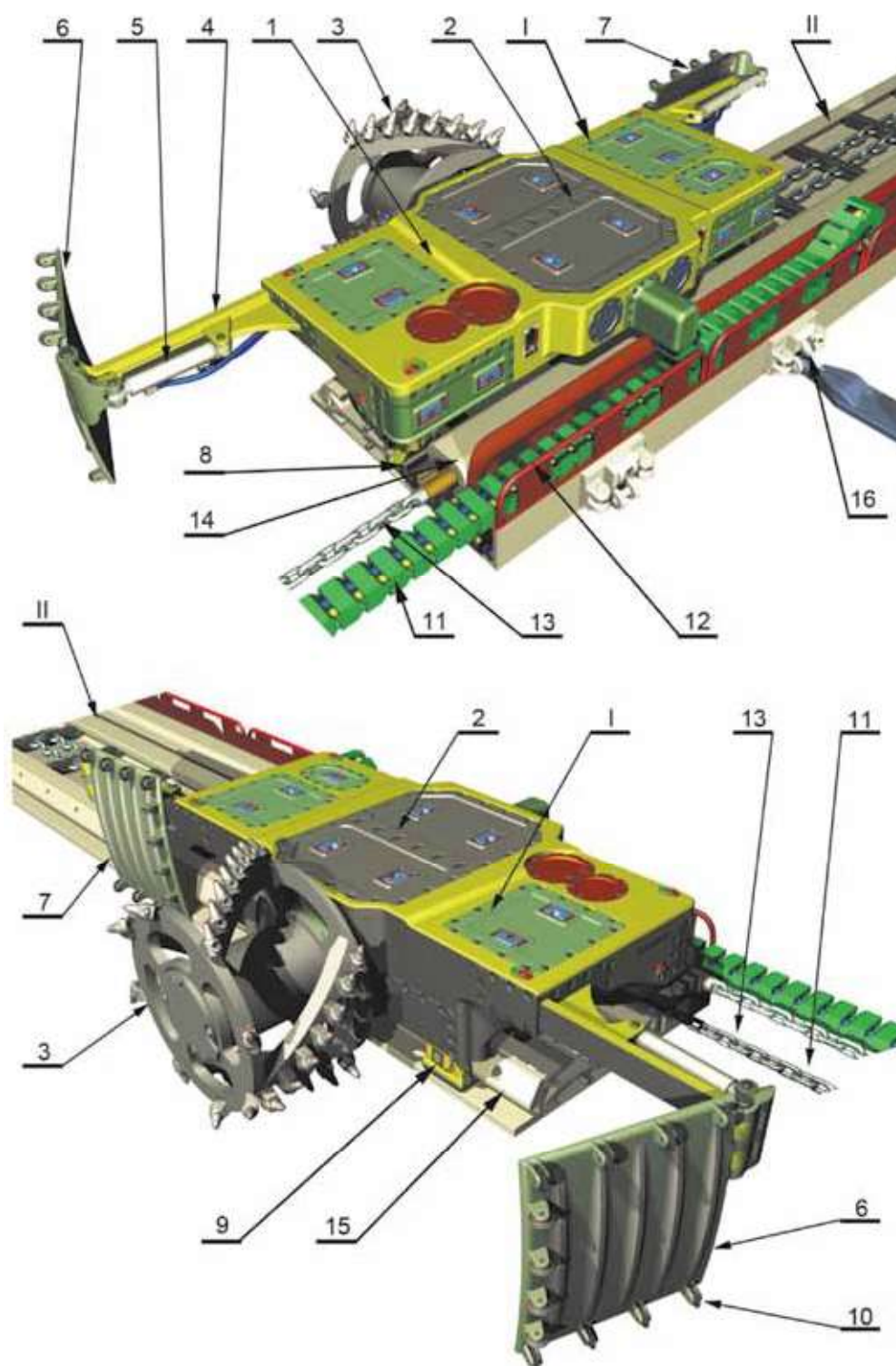
Kadłub kombajnu został przewidziany w taki sposób, aby zmieścił jednostkę napędową organu o mocy ok. 2x120 kW (na podstawie przeglądu obecnych rozwiązań oraz analizy oporów urabiania) wraz z odpowiednią przekładnią planetarną, zabezpieczeniami, układem smarowania oraz chłodzenia wodą. Oprócz jednostki napędowej w kadłubie przewidziano układ hydrauliczny zasilany z jednostki napędzającej organ, układ automatyki, sterowania i diagnostyki. Układ hydrauliczny potrzebny jest do zmiany położenia ładowarek oraz podnoszenia całego kombajnu na płozach.



Rys. 5. Kompleks ścianowy do eksploatacji cienkich pokładów
 Fig. 5. Longwall system for exploitation of thin seams

Rys. 6 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. 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. Płozы zawałowe 8 połączone są z łańcuchem napędowym 13. Kadłub od strony zawałowej posiada uchwyt układa 11 z przewodami. Każda ładowarka

wyposażona jest w rolki 10 zabezpieczające je przed blokowaniem na nierównościach. Rolki rozmieszczone są na krawędzi ociosowej, spągowej oraz stropowej ładowarek. Przewody energii elektrycznej, wody oraz sterowania i komunikacji znajdują się w układaku 11 i prowadzone są w zastawce 12. Kombajn I ciągnięty jest za pomocą łańcucha 13. Płozы ociosowe 9 kombajnu poruszają się po prowadzeniu ociosowym 15 przenośnika, natomiast płozы zawałowe 8 poruszają się po prowadzeniu zawałowym 14 przenośnika. Kompleks wyposażono w siłowniki korekcyjne 16.



Rys. 6. Kombajn jednoorganowy na przenośniku ścianowym
Fig. 6. Single cutting head shearer mounted on longwall conveyor

4. Podsumowanie

Kopalnie, jak i producenci sprzętu górniczego wykazują coraz większe zainteresowanie możliwością skutecznej eksploatacji pokładów cienkich, ze względu na znaczną ilość węgla zlokalizowaną w tych pokładach oraz brak odpowiedniego umaszynowania pozwalającego na ich efektywną eksploatację, w warunkach polskich kopalń.

Zaproponowany kompleks do eksploatacji cienkich pokładów wyposażony w kombajn jednoorganowy przeznaczony jest do pracy w technologii urabiania dwukierunkowego. Charakterystyczną cechą tej technologii jest brak fazy zawrębiania oraz praca na pełny zabiór na całej długości ściany. W przypadku zmiany grubości pokładu możliwa jest zmiana organu, natomiast sterowanie w kierunku wybiegu odbywać się będzie za pomocą siłowników korekcyjnych.

Opracowanie technologii pracy kompleksu wyposażonego w kombajn jednoorganowy, analiza możliwego do osiągnięcia wydobywania dobowego, przy jego zastosowaniu oraz określenie wymaganych parametrów maszyn kompleksu ścianowego, a w szczególności kombajnu, potwierdza poprawność przyjętych założeń. Przejście od koncepcji do projektu wstępnego oraz sprecyzowanie wartości istotnych parametrów geometrycznych, kinematycznych i energetycznych kombajnu przy uwzględnieniu ciągnowego systemu posuwu pozwala obecnie na podjęcie dalszych prac nad jego wykonaniem i wdrożeniem.

Literatura

1. *Boloz L.*: Ocena obciążenia jednoorganowego kombajnu ścianowego na podstawie badań analitycznych, praca doktorska, AGH, Kraków 2012,
2. *Krauze K., Boloz L.*: Analiza obciążenia jednoorganowego kombajnu ścianowego, „Przeгляд Górnicy” 2011, nr 11.
3. *Krauze K., Boloz L.*: Eksploatacja cienkich pokładów węgla kamiennego. W: Wybrane problemy eksploatacji węgla i skał zwięzłych, red. K. Krauze, J. Reś Kraków 2009.
4. *Krauze K., Boloz L.*: Exploitation of hard coal seams. Selected problems of coal and cohesive rocks exploitation. A collective work under the direction of Antoni Kalukiewicz, Janusz Reś. Cracow, Department of Mining, Dressing and Transport Machines, 2010,
5. *Krauze K., Boloz L.*: Koncepcja wybierania cienkich pokładów węgla kamiennego. „Transport Przemysłowy i Maszyny Robocze” 2009, nr 3.
6. *Krauze K., Boloz L.*: Model jednoorganowego frezującego kombajnu ścianowego. „Napędy i Sterownie” 2010 nr 12.
7. *Krauze K., Boloz L.*: Projekt wynalazczy. Polska. nr P. Głowica ładująca kombajnu ścianowego, 2012
8. *Krauze K., Wydro T., Boloz L.*: Frezujący organ urabiający nowej generacji do urabiania soli kamiennej w warunkach drażenia wyrobiska szybowego. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Kraków 2012,
9. *Masiakiewicz M., Szyszka A.*: Praktyczne elementy optymalizacji systemów mechanizacji ścian strugowych w warunkach LW „Bogdanka” S.A. W: Nowe spojrzenie na technikę i technologię eksploatacji cienkich pokładów węgla kamiennego. Red. A. Dyczko i inni. Fundacja dla AGH, Kraków 2011.
10. *Stopa Z.*: Perspektywy eksploatacji cienkich pokładów węgla kamiennego w LW „Bogdanka” S.A.: Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Szczyrk 2008.
11. *Tor A.*: Nowoczesna technika strugowa jako sposób na zwiększenie racjonalnego wykorzystania złóż węgla w JSW S.A. KWK „Zofiówka”. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Szczyrk 2006.
12. *Tytko S., Walczak Z., Dziura J., Skrzypiec A.*: Kompleks ściany do wybierania cienkich pokładów. W: Nowoczesne metody eksploatacji węgla i skał zwięzłych, Katedra Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych, Kraków 2011.