

Zmiana warunków cieplnych w rejonie ściany w funkcji wydobycia i zagrożenia metanowego

WACŁAW DZIURZYŃSKI, BARTŁOMIEJ GŁUCH

Instytut Mechaniki Górotworu PAN, ul. Reymonta 27; 30-059 Kraków

Streszczenie

Eksploatacja pokładów węgla kamiennego systemem ścianowym napotyka barierę wzrostu wydajności kompleksu ścianowego z uwagi na zagrożenie metanowe oraz klimatyczne. Urządzenia pracujące w wyrobiskach eksploatacyjnych wydzielają ciepło do powietrza wpływając na warunki mikroklimatu. Przyczyną generowania ciepła przez urządzenia są straty ciepłe oraz rozpraszanie energii w ruchu poprzez tarcie. W niniejszym artykule przedstawiono krótki przegląd literatury oraz metodyki wyznaczania dopływu ciepła do miejsc pracy w rejonie ściany przy uwzględnieniu prędkości urabiania kombajnu ścianowego. Zauważono, że metody określania warunków cieplnych w wyrobiskach podziemnych biorą pod uwagę przeważnie znamionową moc urządzeń. W rzeczywistości wartość strumienia cieplnego zależy także od sposobu obciążenia urządzeń. Na przykładzie wybranego rejonu ściany kopalni „M-W” przedstawiono prognozę zmian temperatury w wyrobiskach eksploatacyjnych przy uwzględnieniu różnego poziomu wydobycia. W badaniach zwrócono uwagę na czynniki mające wpływ na wydzielanie zarówno ciepła jak i metanu z punktu widzenia problemu uzyskania wysokiego wydobycia. W podsumowaniu zawarto wnioski odnoszące się do dalszych badań oraz propozycji zmian w metodzie prognozowania cieplnych warunków pracy.

Słowa kluczowe: warunki cieplne, wydajność kompleksu ścianowego, straty ciepłe urządzeń górniczych, zagrożenie metanowe i klimatyczne,

1. Wprowadzenie

Eksploatacja węgla kamiennego w polskich kopalniach jest coraz trudniejsza, z uwagi na wyczerpywanie się dostępnych zasobów przemysłowych węgla, co prowadzi do konieczności sięgania do pokładów niżej leżących. Pokłady leżące na większych głębokościach charakteryzują się trudniejszymi warunkami górnictwo-geologicznymi oraz silniejszymi zagrożeniami naturalnymi. Zagrożenie klimatyczne oraz metanowe w podziemnych zakładach górniczych wydobywających węgiel kamienny stanowi ogromny problem, który ogranicza uzyskanie wysokiej wydajności wydobycia.

Podczas eksploatacji węgla kamiennego systemem ścianowym, wraz z urabianą calizną węglową uwalnia się metan. Aby nie dopuścić do zapalenia lub wybuchu metanu należy usuwać lub zmniejszać stężenie metanu w powietrzu kopalnianym. Zwalczanie i monitoring zagrożenia metanowego realizuje się poprzez następujące działania:

- instalowanie urządzeń systemu monitoringu sieci wentylacyjnej oraz wykonywanie pomiarów parametrów powietrza w wyrobiskach górniczych,
- zastosowanie odpowiednich metod wentylacyjnych: dobór odpowiedniego systemu przewietrzania, doprowadzenie niezbędnej ilości powietrza do ściany,
- zastosowanie pomocniczych urządzeń wentylacyjnych: wentylatorów elektrycznych lub pneumatycznych wraz z lutniociągami, strumienic (inżektorów), nawiewek kierunkowych, węży perforowanych,
- zastosowanie odmetanowania górotworu.

Kopalnie węgla kamiennego w poszukiwaniu efektywności ekonomicznej oraz minimalizacji kosztów ograniczają ilość robót przygotowawczych oraz stosują możliwie jak najprostsze systemy przewietrzania.

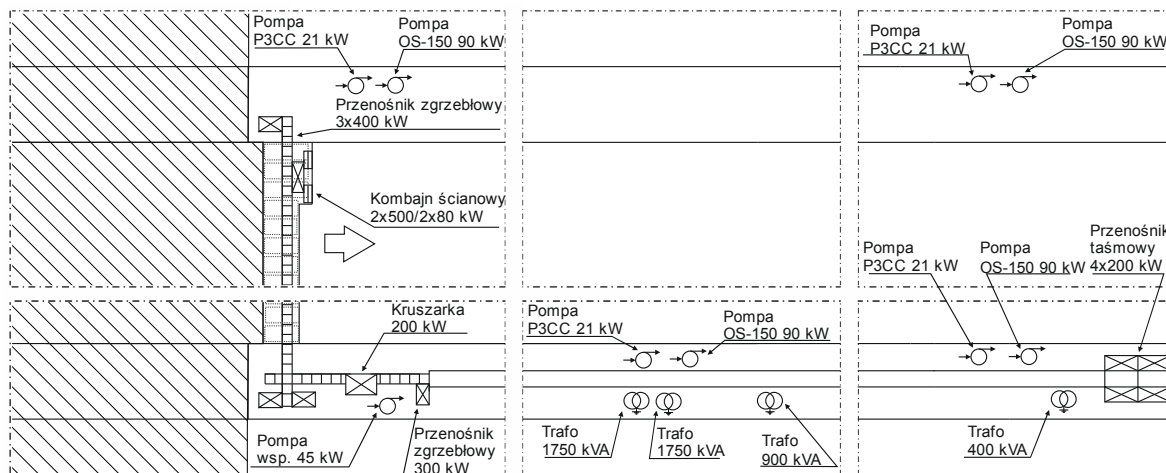
Blisko 60% ścian eksploatacyjnych przewietrzana jest sposobem na „U” [8]. Taki sposób przewietrzania nie jest jednak tak efektywny w przypadku zagrożenia metanowego, tak jak sposoby przewietrzania na „Y”, „H” lub „Z”. Ilość powietrza dostarczanego do ścian eksploatacyjnych w przypadku wszystkich systemów przewietrzania ograniczona jest przepisami, które określają maksymalną prędkość prądu powietrza w wyrobiskach ścianowych. W sytuacji, gdy nie można zapewnić większej ilości powietrza w ścianie oraz inne metody zwalczania zagrożenia metanowego nie są wystarczające zachodzi konieczność ograniczenia postępu ściany w celu utrzymania bezpiecznego stężenia metanu. [7].

Dążenie do maksymalizacji zysków oraz rozwój techniki pozwolił na prawie całkowitą mechanizację procesu eksploatacji, przez co wzrosła moc urządzeń stosowanych w wyrobiskach podziemnych. Wysoka koncentracja urządzeń w wyrobiskach podziemnych przełożyła się bezpośrednio na wzrost temperatury i wilgotności powietrza. Problem zagrożenia klimatycznego w wielu rejonach eksploatacyjnych jest tak poważny, że metody wentylacyjne regulacji temperatury są niewystarczające. W takiej sytuacji zachodzi konieczność stosowania klimatyzacji w wyrobiskach podziemnych. Prawidłowa prognoza warunków cieplnych pozwala na opracowanie zasad walki z zagrożeniem klimatycznym, mając na celu zapewnienie bezpieczeństwa oraz dobrego poziomu wydajności pracy.

W dzisiejszych czasach osiągnięcie wysokiej wydajności wydobywania w kopalniach węgla kamiennego utrudnione jest poprzez zagrożenie metanowe. Natomiast w przyszłości z uwagi na rosnącą temperaturę górotworu poziomów eksploatacyjnych może okazać się, że wielkość wydobywania będzie zależała w dużym stopniu od zagrożenia klimatycznego. Ograniczenie postępu ściany z uwagi na zagrożenia naturalne skutkuje zmniejszeniem obciążenia urządzeń, co przekłada się bezpośrednio na zmniejszenie wartości pobieranej mocy. Obecne metody prognozowania warunków cieplnych w wyrobiskach podziemnych biorą pod uwagę moc znamionową urządzeń górniczych. Badania dotyczące zmian warunków cieplnych w rejonie ściany w funkcji wydobywania i zagrożenia metanowego mogą przyczynić się do opracowania lepszego sposobu prognozy warunków cieplnych w rejonie ściany eksploatacyjnej.

2. Analiza rejonu ściany eksploatacyjnej pod kątem strat ciepłych urządzeń górniczych

Eksploatacja węgla kamiennego w Polsce realizowana jest głównie systemem ścianowym z zawalem stropu. Przykładowy schemat rozmieszczenia urządzeń w wyrobiskach eksploatacyjnych przedstawiono na rysunku 1. W skład maszyn zainstalowanych w ścianie oraz wyrobiskach przyścianowych wchodzi: kombajn ścianowy, ścianowy i podścianowy przenośnik zgrzeblowy, kruszarka, przenośnik taśmowy, transformatory, pompy wody. Pracujące w wyrobiskach podziemnych urządzenia przekazują do powietrza ciepło. Wartość strumienia ciepłego zależy od mocy i sprawności urządzeń oraz sposobu obciążenia. Obecnie wartość całkowitej mocy urządzeń zainstalowanych w ścianie eksploatacyjnej oraz wyrobiskach przyścianowych plasuje się na poziomie kilku MW. W wysokowydajnych ścianach wydobywczych, gdzie temperatura górotworu uzyskuje niskie wartości można uznać, że moc elektryczna jest wielkością określającą warunki klimatyczne [9].

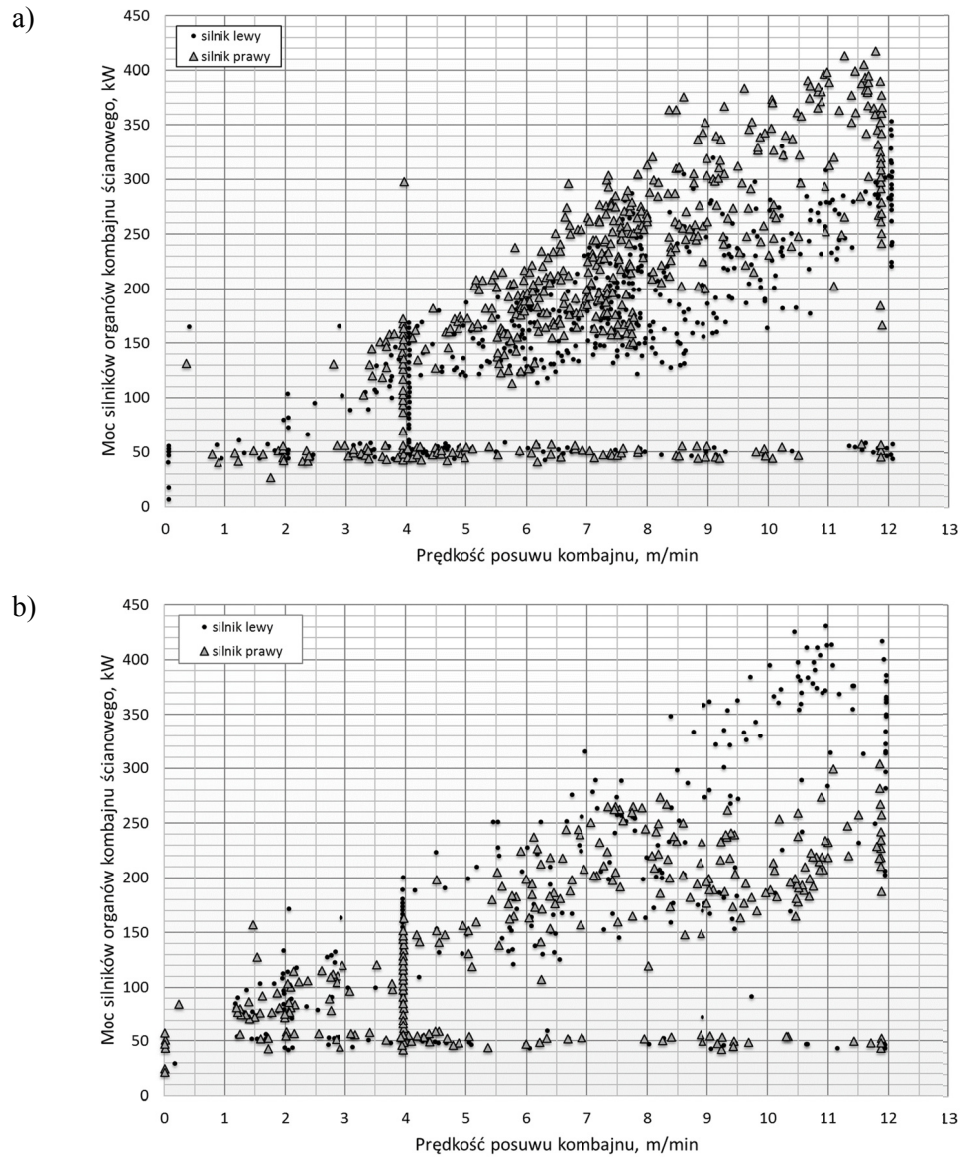


Rys. 1. Przykładowy schemat rozmieszczenia urządzeń w wyrobiskach eksploatacyjnych

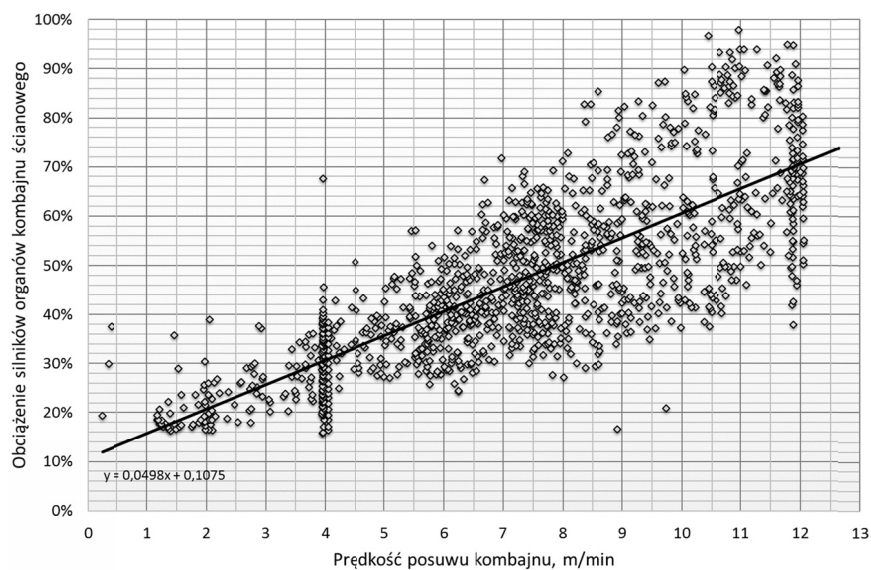
Nowoczesne kompleksy ścianowe oparte na kombajnach ścianowych należą do najbardziej efektywnych systemów mechanizacyjnych eksploatacji węgla kamiennego. Dzięki budowie modułowej kombajnu ścianowego można odpowiednio dobrać rozwiązanie techniczne, umożliwiając łatwe dopasowanie maszyny do warunków górniczo-geologicznych w danym wyrobisku oraz do wyposażenia technologicznego ściany. O uzyskaniu wysokiego wydobywania w danej ścianie eksploatacyjnej decyduje wydajność kombajnu ścianowego oraz rzeczywisty czas pracy maszyn. Badania przedstawione w pracy [5] pokazują, że w ścianach eksploatacyjnych współczynnik wykorzystania czasu pracy kombajnu mieści się w zakresie od 23,9% do 66,2%, co wpływa na zróżnicowanie w wielkości dobowego wydobywania i produktywności kombajnu ścianowego. Wysoką wydajność kombajnu ścianowego zapewnia zastosowanie napędów dużej mocy (napędy organów urabiających, napędy posuwu, napęd hydrauliki) dochodzących w niektórych rozwiązaniach do ponad 2 MW. Pełne wykorzystanie zdolności produkcyjnych kombajnu ścianowego zależy od wydajności ścianowego i podścianowego przenośnika zgrzeblowego oraz szybkości zabudowy stropu wyrobiska. Obecnie produkowane ścianowe przenośniki zgrzeblowe, które są stosowane w kompleksach ścianowych o wydajności wydobywania powyżej 15000 Mg/doba, posiadają moc napędów sięgającą 3 MW. Straty ciepłe generowane podczas pracy urządzeń, pomimo wysokiej sprawności, powodują znaczne pogorszenie warunków cieplnych w wyrobiskach. Rzeczywista moc wykorzystywana podczas robót górniczych w ścianie zależy od sposobu obciążenia maszyn. Sprawność napędu organów urabiających wynosi około 90%, a w nowszych rozwiązaniach dochodzi do 95%, natomiast sprawność napędu posuwu kombajnu zawiera się w przedziale 90÷96% w zależności od zastosowanego typu silnika [1]. Sprawność napędu przenośnika zgrzeblowego kształtuje się na poziomie 89÷92%.

Nowoczesne kombajny ścianowe posiadają mikroprocesorowe układy sterowania i kontroli parametrów urządzenia. Dzięki tym systemom możliwe jest rejestrowanie parametrów urządzenia podczas pracy. Na rysunku 2 przedstawiono zależność mocy silników napędzających organy urabiające w funkcji posuwu kombajnu ścianowego. Z rysunku wynika, że moc pobierana przez silniki organów urabiających głównie zależy od prędkości posuwu kombajnu ścianowego oraz występuje większe obciążenie organu urabiającego znajdującego się na początku kombajnu ze względu na kierunek poruszania. Na podstawie przedstawionych danych podjęto próbę określenia zależności liniowej obciążenia silników napędzających organy urabiające w funkcji prędkości posuwu kombajnu ścianowego. Do określenia zależności liniowej przyjęto założenie, że obciążenie silników organów urabiających poniżej 15% zostało zarejestrowane dla biegu jałowego maszyny bez urabiania. Wyniki pomiarów obciążenia poniżej 15% odrzucono w celu opracowania zależności liniowej. Zależność liniowa obciążenia silników napędzających organy urabiające w funkcji prędkości posuwu kombajnu ścianowego została przedstawiona na rysunku 3. Współczynnik korelacji Pearsona dla omawianego przypadku wynosi 0,7 co oznacza dość dobrą korelację zależności liniowej do zarejestrowanych danych.

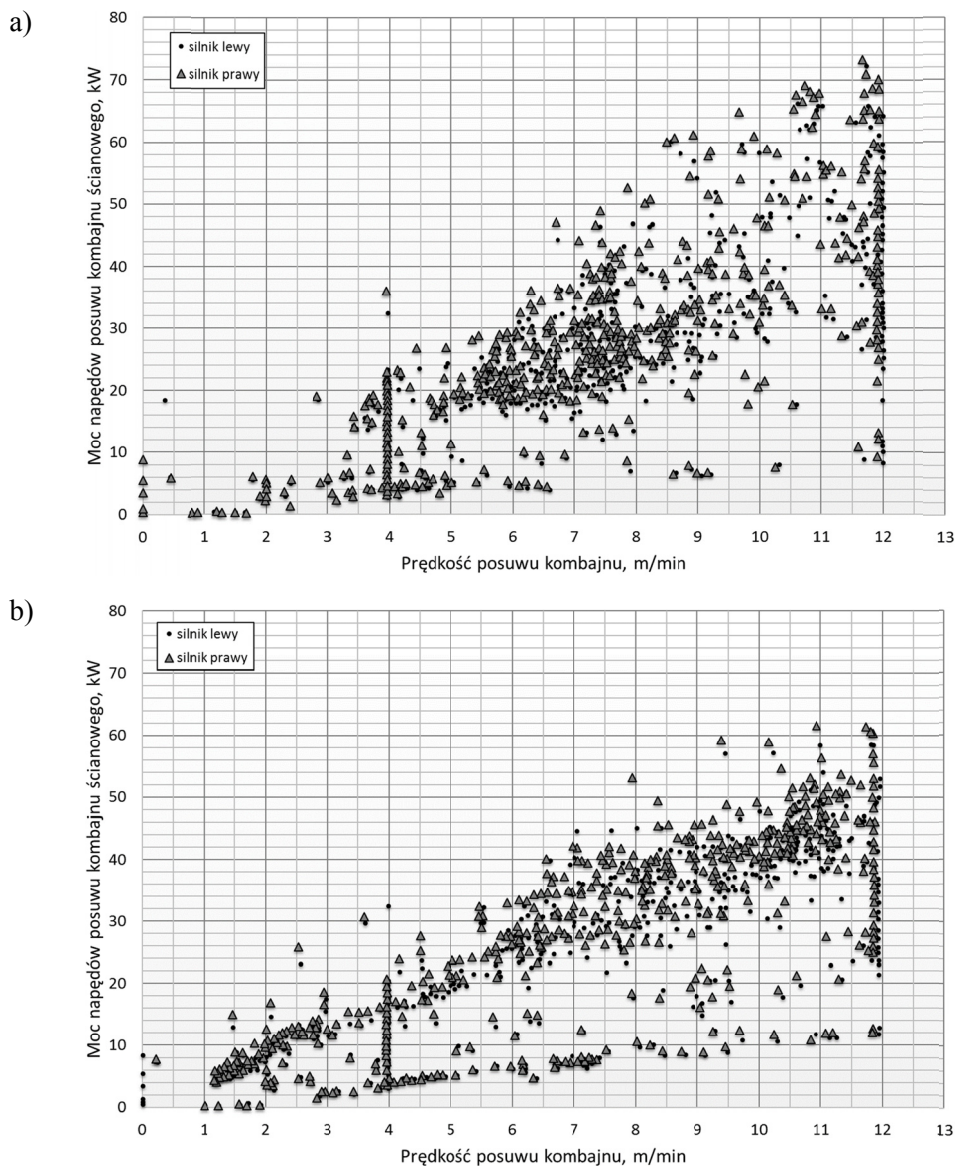
Ważnym elementem kombajnu jest napęd posuwu, który warunkuje zdolność wydobywczą kompleksu ścianowego. W zależności od konstrukcji kombajnu ścianowego moc całkowita silników może dochodzić do 300 kW, natomiast prędkość posuwu może osiągać nawet 36 m/min. Często zdarza się, że prędkość posuwu kombajnu ścianowego z uwagi na zagrożenia naturalne oraz trudne warunki górniczo-geologiczne osiąga zaledwie kilka m/min. Zarejestrowaną, przez system kontroli parametrów kombajnu ścianowego, moc napędu posuwu w funkcji prędkości posuwu przedstawiono na rysunku 4. Moc pobierana przez silniki napędu zależy głównie od prędkości posuwu kombajnu. Kierunek poruszania się kombajnu względem odstawy urobku wpływa na moc pobieraną przez napędy posuwu kombajnu ścianowego. Napędy pobierają więcej mocy przy kierunku niezgodnym z odstawą. Przypuszcza się, że dzieje się tak na skutek występowania lekkiego nachylenia wyrobiska ścianowego. Na podstawie pozyskanych danych wyznaczono zależność liniową obciążenia napędu posuwu w funkcji prędkości posuwu kombajnu ścianowego (rysunek 5). Podobnie jak poprzednio odrzucono wyniki pomiarów przedstawiające obciążenie silników napędu poniżej 15% mocy znamionowej. Współczynnik korelacji Pearsona w tym przypadku wyniósł 0,77, co oznacza dość dobrą korelację zależności liniowej do zarejestrowanych danych.



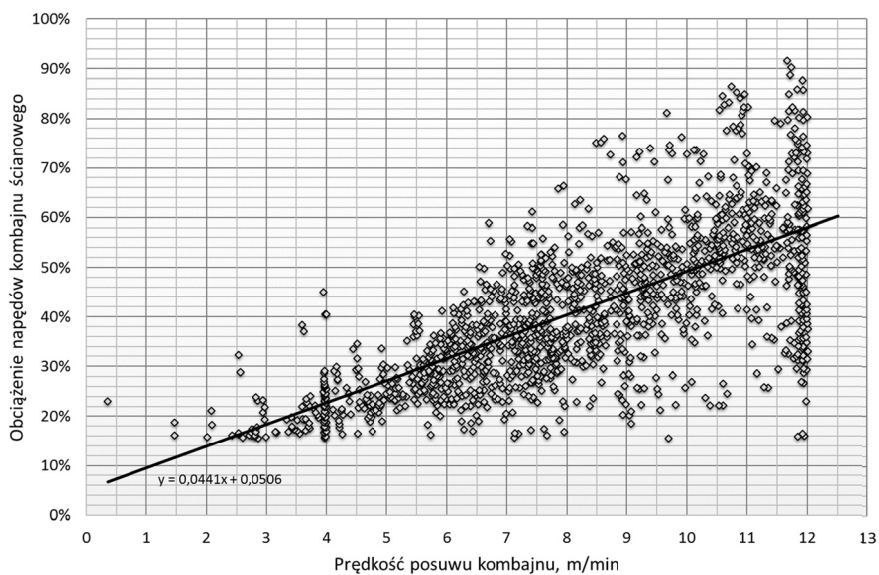
Rys. 2. Pobór mocy przez silniki napędzające organy urabiające w funkcji prędkości posuwu kombajnu ścianowego: a) kierunek urabiania kombajnu ścianowego zgodny z odstawą, b) kierunek urabiania kombajnu ścianowego przeciwny do odstawy [6]



Rys. 3. Obciążenie silników napędzających organy urabiające w funkcji prędkości posuwu kombajnu ścianowego

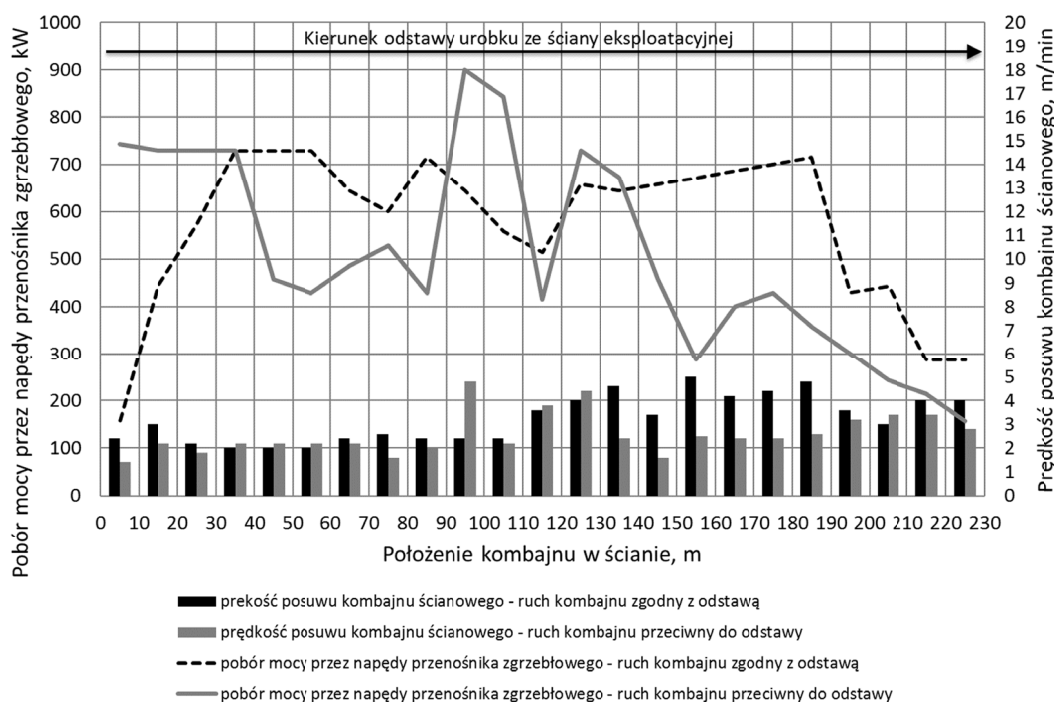


Rys. 4. Pobór mocy przez napędy posuwu w funkcji prędkości posuwu kombajnu ścianowego: a) kierunek urabiania kombajnu ścianowego zgodny z odstawą, b) kierunek urabiania kombajnu ścianowego przeciwny do odstawy [6]



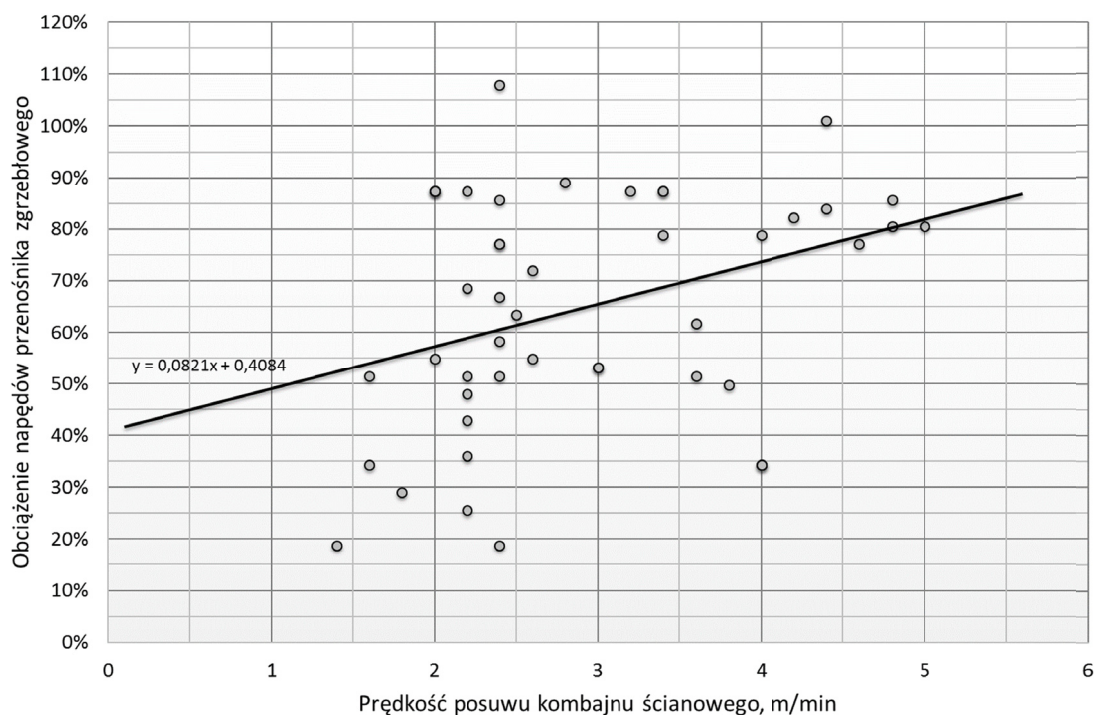
Rys. 5. Obciążenie napędów posuwu w funkcji prędkości posuwu kombajnu ścianowego

Współpraca kombajnu ścianowego z przenośnikiem zgrzeblowym ma duże znaczenie z punktu widzenia prawidłowej pracy kompleksu ścianowego. Zarejestrowany przez systemy kontroli pracy kompleksu ścianowego, pobór mocy przez silniki przenośnika zgrzeblowego oraz prędkość posuwu kombajnu w zależności od położenia kombajnu w ścianie przedstawiono na rysunku 6. Obciążenie przenośnika zgrzeblowego zależy od prędkości posuwu kombajnu, kierunku urabiania do zwrotu odstawy oraz położenia kombajnu w ścianie. Przekrój strugi urobku na przenośniku ścianowym zależy od prędkości posuwu oraz kierunku urabiania kombajnu względem odstawy, natomiast położenie kombajnu w ścianie decyduje o długości strugi urobku. Przy urabianiu zgodnym z kierunkiem odstawy początkowo występuje wydłużanie się strugi urobku na przenośniku zgrzeblowym aż do momentu dotarcia strugi do przesypu, po czym następuje sukcesywne skracanie w miarę zbliżania się kombajnu do wyrobiska z odstawą. W przypadku urabiania w kierunku przeciwnym do odstawy długość strugi urobku wydłuża się w miarę oddalania kombajnu od wyrobiska odstawczego osiągając maksymalną długość w momencie dotarcia do napędu zwrotnego. Na podstawie zarejestrowanych danych określono zależność liniową obciążenia napędu przenośnika zgrzeblowego w funkcji prędkości posuwu kombajnu, którą przedstawiono na rysunku 7. Współczynnik korelacji Pearsona w tym przypadku był niski i wyniósł 0,35, co oznacza słabą korelację zależności liniowej do zarejestrowanych danych. Pomimo słabej korelacji, z uwagi na badania opisane w pracy [9], przebieg otrzymanej zależności liniowej dosyć dobrze odzwierciedla pobieraną moc przez przenośnik zgrzeblowy. Wspomniane badania wykazały, że pobór mocy przenośnika zgrzeblowego nie obciążonego spada jedynie o 40÷50% w porównaniu z przenośnikiem zgrzeblowym obciążonym. Na taki wynik składają się duże opory ruchu łańcucha i zgrzebeł podczas pracy przenośnika bez obciążenia.



Rys. 6. Pobór mocy przez napędy przenośnika zgrzeblowego oraz prędkość posuwu kombajnu w zależności od położenia kombajnu w ścianie [6]

Urobek ze ściany eksploatacyjnej przesypywany jest z podścianowego przenośnika zgrzeblowego na przenośnik taśmowy. Zadaniem przenośników taśmowych jest przetransportowanie urobku do urządzeń transportu pionowego. Przenośniki w zależności od zapotrzebowania mogą posiadać napędy o mocy do kilku MW. Sprawność napędu przenośnika taśmowego zależy od rodzaju napędu [2,4]. Sprawność napędu taśmociągu w zależności od rodzaju napędu została przedstawiona w tabeli 1. Obciążenie silnika napędzającego przenośnik taśmowy zależy od: masy poruszającej się taśmy, masy urobku transportowanego przenośnikiem, oporów ruchu przenośnika wraz z krążnikami, prędkości taśmy, kąta wzniosu lub upadu przenośnika.

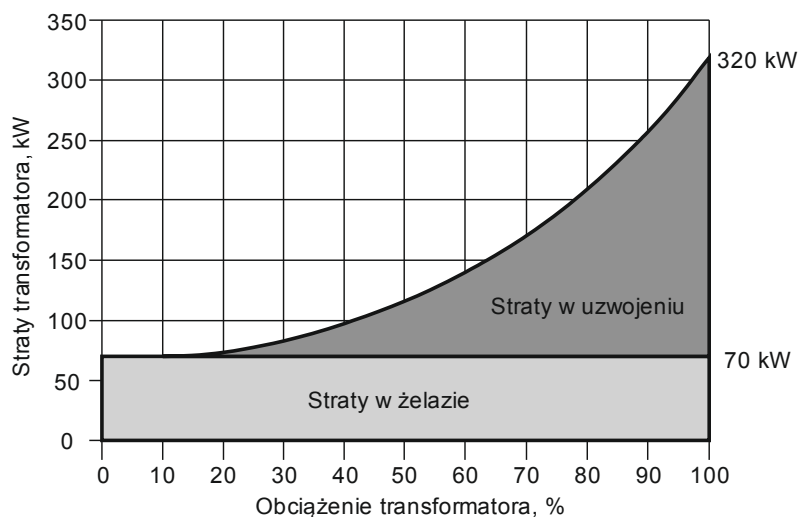


Rys. 7. Obciążenie napędu przenośnika zgrzeblowego w funkcji prędkości posuwu kombajnu

Tab. 1. Sprawność napędu taśmociągu w zależności od rodzaju napędu

Rodzaj napędu	Napęd jednobębnowy	Napęd w ielobębnowy	Napęd hamujący
	Sprawność		
Elektrobęben	96%	—	—
Elektromechaniczny (silnik elektryczny, sprzęgło podatne, przekładnia)	94%	92%	—
Elektromechaniczny + sprzęgło hydrokinetyczne	90%	85%	95÷100%
Hydrauliczny	86%	80%	—

Obecnie w sieciach rozdzielczych i zasilających podziemne zakłady górnicze stosowane jest powszechnie napięcie nominalne 6 kV [3]. W celu dostosowania parametrów zasilania do stosowanych urządzeń w kopalni wykorzystuje się stacje transformatorowe. Stacje transformatorowe zawierają aparaturę łączeniową, zabezpieczeniową i sterującą. Nowoczesne stacje transformatorowe posiadają także układ transmisji danych, który umożliwia przesyłanie informacji na temat aktualnego stanu pracy podzespołów stacji transformatorowej. W oddziałach wydobywczych do zasilania sieci elektroenergetycznych stosuje się przewoźne stacje transformatorowe, które są przemieszczane w ślad za postępem robót górniczych. Wynika to z konieczności lokalizowania stacji transformatorowych w możliwie niedużej odległości od zasilanych odbiorników w celu ograniczenia spadków napięcia. Sprawność stacji transformatorowych przeważnie zawiera się w przedziale 0,5%÷5% w zależności od rodzaju i mocy transformatora. Na rysunku 8 przedstawiono straty mocy transformatora konwencjonalnego o mocy 63 MVA w funkcji obciążenia. Stałe straty w żelazie stanowią 21,8% całkowitych strat transformatora konwencjonalnego przy obciążeniu znamionowym. Pozostałe 78,2% stanowią straty główne i dodatkowe w uzwojeniach [10]. W tabeli 2 przedstawiono przykładowe dane techniczne i wymiary transformatorów stosowanych w kopalniach. Sprawność transformatorów stosowanych w kopalniach, według danych technicznych, plasuje się na poziomie 0,5%.



Rys. 8. Straty mocy transformatora konwencjonalnego 63 MVA

Tab. 2. Przykładowe dane techniczne transformatorów stosowanych w kopalniach

Typ	Moc kVA	Straty		Wymiary			Masa kg
		jałowe W	obciąż. (115°C)	Długość mm	Szerokość mm	Wysokość mm	
			W				
TZEG 160/3	160	500	2250	610	415	718	680
TZEG 630/6	630	1800	4200	1450	880	915	2400
TZEG 700/6	700	1800	5200	1780	880	710	2450
TZEG 1000/6	1000	2800	5600	1690	800	710	3000
TZEG 1250/6	1250	2900	8000	1930	880	865	4100
TZEG 1400/6	1400	3200	7200	2100	880	890	4400
TZEG 1500/6	1500	3200	8200	2100	880	925	4300
TZEG 2100/6	2100	3200	11500	2120	880	1310	6500
TZEG 2600/6	2600	3500	11500	2120	880	1310	7700

3. Prognoza temperatury w ścianie eksploatacyjnej z uwzględnieniem wielkości wydobycia

W Polsce najbardziej znaną metodą prognozy temperatury i stopnia zwilżenia w wyrobiskach górniczych z wentylacją opływową jest metoda PTO-2 opracowana przez Główny Instytut Górnictwa [11]. Temperatura w wyrobiskach z opływowym prądem powietrza jest obliczana według wzoru:

$$t_w = t_d + \Delta t_s + \Delta t_z + \Delta t_x$$

gdzie:

t_d – temperatura powietrza w przekroju dopływu wyrobiska, °C,

Δt_s – przyrost temperatury powietrza w wyniku wymiany ciepła między skałami a powietrzem, °C,

Δt_z – przyrost temperatury powietrza w wyrobisku wynikający z działania w nim dodatkowych źródeł ciepła, °C,

Δt_x – przyrost temperatury powietrza w wyrobisku związany ze zmianą stanu skupienia wody, °C.

Metoda PTO-2 uwzględnia między innymi występujące w wyrobiskach kopalnianych lokalne źródła ciepła takie jak: górotwór, urządzenia urabiające, urządzenia transportujące, wentylatory, pompy, transformatory, ciepło z procesów utleniania węgla, ciepło związane z wymianą ciepła między rurociągami a powietrzem w wyrobisku, ciepło związane z procesem wymiany ciepła między transportowanym na taśmociągu urobkiem a powietrzem w wyrobisku [11]. Metoda PTO-2 bierze pod uwagę znamionową

moc urządzeń przy obliczaniu przyrostu temperatury powietrza w wyrobisku wynikający z działania w nim dodatkowych źródeł ciepła. Sposób obliczania omawianego przyrostu ciepła pozwala na uwzględnienie współczynników określających obciążenie urządzeń oraz pozwala na szczegółową charakterystykę dodatkowych źródeł ciepła.

W celu określenia wpływu wielkości wydobycia na warunki cieplne w ścianie eksploatacyjnej wykonano prognozę temperatury metodą PTO-2. Prognozę wykonano dla przykładowej ściany 512 pokł. 501 znajdującej się w kopalni „M-W”. Ściana 512 pokł. 501 ma długość 165 m i jest prowadzona w pokładzie o miąższości 3,8 m. Ściana eksploatowana jest kombajnem ścianowym, który posiada organy urabiające o zabiorze wynoszącym 800 mm. Z uwagi na dużą wysokość ściany eksploatacja prowadzona jest na dwa skrawy. Rozmieszczenie urządzeń w wyrobiskach eksploatacyjnych przedstawiono na rysunku 1. W skład urządzeń zlokalizowanych w ścianie 512 pokł. 501 i wyrobiskach przyległych wchodzi:

- pochylnia 512 pokł. 501 – przenośnik taśmowy 4×200 kW, pompy OS-150 2×90 kW, pompy P3CC 2×21 kW, stacja transformatorów 400 kVA, stacja transformatorów 2×1750 kVA i 900 kVA, pompa wsp. 45 kW, przenośnik zgrzeblowy 300 kW, kruszarka 200 kW,
- ściana 512 pokł. 501 – napęd 3×400 kW, kombajn 2×500 kW i 2×80 kW,
- pochylnia 577a – pompa OS-150 2×90 kW, pompa P3CC 2×21 kW.

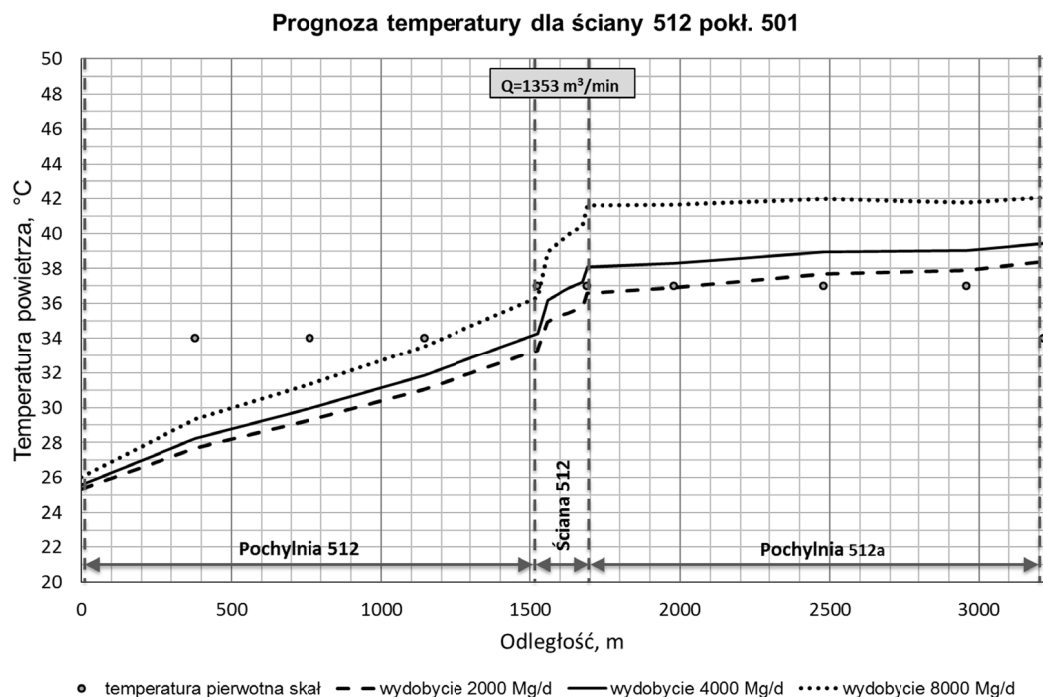
Na podstawie badań zawartych w pracy [5] założono, że średni dobowy czas pracy kombajnu ścianowego wynosi 700 min/doba. Prognozę temperatury w wyrobiskach eksploatacyjnych wykonano dla trzech wydajności wydobycia: 2000 Mg/doba, 4000 Mg/doba, 8000 Mg/doba. Do wykonania obliczeń wymaganej prędkości posuwu kombajnu ścianowego, w celu osiągnięcia zakładanej wydajności wydobycia, założono, że gęstość węgla kamiennego wynosi 1600 kg/m^3 .

W tabeli 3 zostały przedstawione założone lub obliczone parametry potrzebne do wykonania prognozy temperatury przy uwzględnieniu wielkości wydobycia. Obciążenie urządzeń określono na podstawie wcześniej przedstawionej analizy oraz wyznaczonych zależności liniowych. Z uwagi na brak danych dotyczących pracy przenośnika taśmowego założono, że obciążenie przenośnika taśmowego kształtuje się na podobnym poziomie co przenośnika zgrzeblowego. Obciążenie stacji transformatorowych obliczono na podstawie poboru mocy przez wszystkie urządzenia w zależności od wcześniej określonych obciążeń dla podanych wielkości wydobycia.

Tab. 3. Wykaz założonych parametrów w celu wykonania prognozy temperatury

Lp.	Wydobycie Mg/doba	Długość ściany potrzebna do uzyskania założonego wydobycia, m	Efektywny czas pracy kombajnu min/doba	Prędkość posuwu m/min	Obciążenie urządzeń				
					Napędu organów urabiają- cych	Napędu posuwu	Napędu przenośni- ka zgrze- blowego	Napędu przenośni- ka taśmo- wego	Stacji transfor- matorów
1	2000	658	700	0,94	15%	9%	49%	49%	27%
2	4000	1316	700	1,88	20%	13%	56%	56%	32%
3	8000	2632	700	3,76	29%	22%	72%	72%	41%

Prognozę temperatury powietrza w ścianie eksploatacyjnej dla różnych poziomów wydobycia przedstawiono na rysunku 9. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wielkość wydobycia wpływa znacząco na warunki cieplne w ścianie i wyrobiskach przyścianowych. Osiągnięcie wysokiej wydajności wydobycia powoduje, że maszyny pracujące z większym obciążeniem generują większy strumień ciepła, podnosząc temperaturę powietrza w rejonie ściany eksploatacyjnej. Porównując prognozę temperatury dla wydobycia 2000 Mg/doba z 8000 Mg/doba można spodziewać się podwyższenia temperatury powietrza nawet o 5°C na wylocie ze ściany. Badania dały dowód, że przy prognozie temperatury powietrza w wyrobiskach podziemnych należy uwzględniać wydajność wydobycia oraz sposób obciążenia urządzeń górniczych.



Rys. 9. Prognoza temperatury powietrza w ścianie eksploatacyjnej dla różnych poziomów wydobycia

4. Podsumowanie

Osiągnięcie wysokiej wydajności wydobycia w kopalniach węgla kamiennego utrudnione jest obecnie występowaniem zagrożenia metanowego. Rosnąca temperatura górotworu wraz z głębokością poziomów eksploatacyjnych powoduje, że wielkość wydobycia w przyszłości będzie zależała w dużym stopniu od zagrożenia klimatycznego. Ograniczenie postępu ściany z uwagi na zagrożenia naturalne przekłada się na wielkość pobieranej mocy przez urządzenia zlokalizowane w wyrobiskach podziemnych. Obecnie stosowane metody prognozowania warunków cieplnych w wyrobiskach podziemnych biorą pod uwagę moc znamionową urządzeń górniczych. Przeprowadzone badania, dotyczące zmian warunków cieplnych w rejonie ściany przy uwzględnieniu wielkości wydobycia, wykazały konieczność uwzględnienia obciążenia urządzeń przy wykonywaniu prognozy temperatury powietrza w wyrobiskach górniczych.

Przeprowadzona analiza rejonu ściany eksploatacyjnej pod kątem strat cieplnych urządzeń górniczych oraz badania zmiany warunków cieplnych w rejonie ściany w funkcji wydobycia wykazała możliwość dokładniejszego zbadania zagadnienia. Planuje się przeprowadzenie badań warunków cieplnych w rejonie ściany eksploatacyjnej oraz pozyskanie danych z kopalnianych systemów monitoringu dotyczących pracy urządzeń górniczych. Takie działania pozwoli na przeprowadzenie walidacji przyjętego modelu matematycznego opisującego pracę kompleksu ścianowego pod kątem strat cieplnych. Tego typu badania mogą przyczynić się do opracowania lepszego sposobu prognozy warunków cieplnych w rejonie ściany eksploatacyjnej.

Praca została wykonana w roku 2016 w ramach prac statutowych realizowanych w IMG PAN w Krakowie, finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Literatura

- [1] Dukalski P., Rossa R., Dzikowski A.: *Wysoko wydajny napęd posuwu górniczego kombajnu ścianowego, wyposażony w silnik synchroniczny z magnesami trwałymi – symulacje pracy*. Napędy i Sterowanie, nr 7/8, 2016.
- [2] Dzikowski A., Rossa R., Dukalski P.: *Analiza, modelowanie i symulacje rozruchu i pracy silnika LSPMSM w napędzie przenośnika taśmowego*. Maszyny Elektryczne: Zeszyty Problemowe, nr 2, 2015.
- [3] Gawor P., Boron S., Cholewa A.: *Uwarunkowania podwyższenia napięcia znamionowego sieci rozdzielczych i zasilających w zakładach górniczych*. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa, nr 7, 2009.
- [4] Gładysiewicz L.: *Przenośniki taśmowe teoria i obliczenia*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2003.

- [5] Gumiński A.: *Analiza możliwości zwiększenia efektywności wykorzystania środków produkcji w ścianach wydobywczych kopalni węgla kamiennego*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Organizacja i Zarządzanie, z. 78, 2015.
- [6] Jaszczuk M.: *System zintegrowanego sterowania układem technologicznym ściana wydobywcza – punkt załadowniczy*. Seria „Innowacyjne techniki i technologie mechanizacyjne”, CMG KOMAG, Gliwice, 2008.
- [7] Korski W., Korski J.: *Możliwości w zakresie poprawy bezpieczeństwa oraz efektywności wydobycia przy zastosowaniu gazowego monitoringu ścianowego*.
- [8] Mirek A., Katan D.: *Zagrożenie metanowe w polskim górnictwie węgla kamiennego w ostatnim dwudziestoleciu i perspektywa kształtowania się tego poziomu w najbliższych latach*. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Kraków, 2013.
- [9] Wesely R., Friederich A., Sdunowski R.: *Fortchritte bei Planungen für Hochleistungs-Strebbetriebe hinsichtlich wettertechnischen Zuschnitts, Klimas und Ausgasung*. Glückauf: die Fachzeitschrift für Rohstoff, Bergbau und Energie, Essen, vol. 138, 2002.
- [10] Wojtasiewicz G.: *Straty mocy i sprawność transformatorów z uzwojeniami nadprzewodnikowymi wykonanymi z taśmy HTS 2G*. Przegląd Elektrotechniczny, nr 4, 2014.
- [11] Dokumentacja Głównego Instytutu Górnictwa: *Wytyczne prowadzenia robót górniczych w warunkach zagrożenia klimatycznego w kopalniach eksploatujących złoża na dużych głębokościach (metoda PTO)*. Katowice, 1981.

The impact of coal extraction and methane hazard on microclimate conditions

Abstract

Coal extraction efficiency of longwall is limited by the methane and climatic hazards. Mining equipment working in excavation transmit heat to the air and affect microclimate conditions. This article presents short literature review and description of the determination of heat input to the longwall considering the speed of mining longwall shearer. The methods of determination of microclimate conditions in underground excavations take into consideration the rated power of mining equipment. In working environment, the value of the heat flow depends also on methods of mining equipment loading. This article presents forecast of temperature in excavations taking into account extraction in a longwall selected in the mine “M-W”. The research was focused on efficiency limitations caused by heat generation and methane release. Summary of the paper presents conclusions and plans for further researches on evaluation of microclimate conditions.

Keywords: microclimate conditions, longwall mining system performance, heat emission from mining equipment, methane and climatic hazard