

Projekt i próby doświadczalne automatycznego systemu gaszenia mgłowego pożarów napędów przenośników taśmowych

Dominik Bałaga, Marek Kalita, Michał Siegmund, Andrzej Urbanek, Arkadiusz Waloszczyk

1. Wprowadzenie

Najczęściej stosowanym sposobem transportu urobku w kopalniach węgla kamiennego są przenośniki taśmowe. Rozległość przenośnikowych systemów transportowych w kopalniach oraz trudne warunki pracy (obciążenie mechaniczne, zapylenie, wilgotność) mogą powodować awarie, których efektem może być powstanie zarzewia pożaru [11].

Im szybciej źródło takiego pożaru zostanie wykryte i ugaszone, tym mniejsze będą koszty związane z powstałymi w jego wyniku przestojami. Pożary systemu przenośników można ogólnie podzielić na:

- ruchome, gdy transportowany jest na taśmie przenośnika gorący lub płonący produkt;
- statyczne, gdy występują na zatrzymanej taśmie przenośnika lub wewnątrz mechanizmu/konstrukcji przenośnika.

Pomimo stosowania w kopalniach trudnopalnych taśm przenośnikowych ściery z taśm mogą osiągać temperaturę powyżej 400°C. Taka temperatura może powodować zapłon materiałów palnych (węgiel, guma, tworzywa, drewno), zlokalizowanych w pobliżu rozgrzanych elementów przenośnika [3, 5].

Wzrost temperatury elementów przenośnika mogących być przyczyną pożaru następuje zazwyczaj w wyniku:

- zatarcia się metalowych elementów ruchomych;
- tarcia taśmy o stalowe elementy konstrukcji.

Nagrzewanie elementów wirujących do temperatury 200–300°C (początek rozkładu, degradacji taśmy) powoduje przekazywanie pewnej ilości ciepła do elementów stałych konstrukcji po długim okresie czasu [4, 10]. Dlatego tak ważny jest szybki sposób wykrycia źródła ognia i skuteczne jego ugaszenie, przy użyciu prawidłowo działającego systemu przeciwpożarowego. Problemem tym zajęła się Firma Innowacyjno-Wdrożeniowa Elektron SC we współpracy z Instytutem Techniki Górniczej KOMAG. Rozwiązanie nowatorskiego automatycznego systemu gaszenia napędów przenośników taśmowych opracowano z dofinansowaniem Państwowej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości w ramach projektu „Bony na innowacje dla MŚP”.

2. Wymagania formalno-prawne oraz założenia dotyczące systemu gaszącego

Obowiązujące dokumenty i przepisy prawne określają warunki, w jakich konieczne jest stosowanie systemów przeciwpożarowych w przenośnikach taśmowych pracujących w podziemiach kopalń [11]. Jednym z głównych dokumentów

Streszczenie: Ciągłość pracy zakładów górniczych w znacznym stopniu zależy od transportu urobku, a więc prawidłowej i bezawaryjnej pracy przenośników taśmowych. Obecnie obserwowane jest duże zainteresowanie zakładów wydobywczych systemami zabezpieczającymi przed powstaniem pożaru na stacjach napędowych i zwrotnych oraz na trasach przenośników. W artykule przeprowadzono analizę zagrożeń pożarowych na trasach przenośników taśmowych oraz systemów minimalizujących ryzyko ich wystąpienia. Większość systemów wykorzystuje czujniki temperatury lokalizowane na końcach linii detekcyjnej, co w przypadku ich awarii może przyczynić się do opóźnionej reakcji na wykryte źródło ognia. Stosowane w nich dysze zraszające nie wykorzystują technologii wytwarzania mgły wodnej, wykazującej dużą skuteczność gaszenia. Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom zakładów górniczych, podjęto prace nad opracowaniem systemu automatycznego gaszenia mgłowego przeznaczonego do napędów przenośników taśmowych.

DESIGNING AND TESTING THE AUTOMATIC WATER MIST FIRE EXTINGUISHING SYSTEM FOR BELT CONVEYORS

Abstract: Continuity of mining plants operation mainly depends on run-of-mine transportation, i.e. on effective failure-free operation of belt conveyors. At present we observe increasing interesting of the coal processing plants in the systems protecting against fire ignition on belt conveyors' driving and return ends. Analysis of fire hazards on belt conveyor routes is given and the systems minimizing the fire risk are discussed. Most of the systems use temperature sensors located at ends of detection line, what in the case of failure can cause delay in reaction to the detected source of fire. Installed spaying nozzles do not use water mist generation technology which enables high efficient fire extinguishing. To meet the demand of mining plants we started the research project on development of automatic water mist system for extinguishing the source of fire in the belt conveyors' drives.

jest Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 października 2008 r. [8] w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn, w którym określono, że maszyny zawierające części wysoce łatwopalne powinny być tak konstruowane, aby możliwe

było zamocowanie gaśnic w miejscach łatwo dostępnych lub powinny mieć wbudowane systemy gaśnicze. Z kolei w Rozporządzeniu Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. [7] w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych mowa jest o tym, że w wyrobiskach górniczych przenośniki taśmowe wyposaża się w: taśmę trudnopalną, urządzenia kontroli ruchu oraz samoczynnie uruchamiane urządzenia gaśnicze – w miejscach przesypów przenośników taśmowych i ich napędów.

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 8 lipca 2010 r. [9] w sprawie minimalnych wymagań, dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej, podaje kolejność realizacji celów przez zastosowane środki ochronne w celu zapewnienia ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracujących osób, tj.:

- zapobieganie tworzeniu się atmosfery wybuchowej;
- zapobieganie występowaniu zapalenia atmosfery wybuchowej;
- ograniczenie szkodliwego efektu wybuchu.

W normie PN-EN 13478:2008 [6] dotyczącej bezpieczeństwa maszyn, zapobiegania pożarom i ochrony przeciwpożarowej określone zostały podstawowe koncepcje i metodologie środków technicznych, które należy wziąć pod uwagę przy konstrukcji maszyn w celu zapobiegania pożarom i zapewnienia ochrony przeciwpożarowej. W normie tej określono m.in. wymagania dotyczące środków technicznych zapobiegania i minimalizacji pożarów oraz ochrony przeciwpożarowej maszyn. Najważniejsze z nich to środki inżynierskie polegające na zastosowaniu przy budowie maszyn materiałów, które nie są palne, nie są łatwopalne i/lub mają ograniczoną palność i łatwopalność.

Jednym ze środków ochrony przeciwpożarowej jest zintegrowany system wykrywania i gaszenia pożaru, gdzie redukcja ryzyka osiągnięta jest przez odpowiednie zastosowanie systemów wykrywania i gaszenia pożaru (komponenty systemu bezpieczeństwa), na które składają się urządzenia do wykrywania, kontroli, alarmu i gaszenia pożaru. W takim przypadku pożar powinien zostać wykryty tak szybko, jak to możliwe, i procedury gaszenia powinny zostać uruchomione z minimalnym opóźnieniem po wykryciu pożaru.

Na podstawie przeprowadzonej analizy aktów prawnych dotyczących stosowania środków przeciwpożarowych oraz rozwiązań obecnie stosowanych w przemyśle zdecydowano o opracowaniu automatycznego systemu gaszenia

mgłowego napędów przenośników taśmowych [1]. Założono, że nowe rozwiązanie powinno posiadać możliwość liniowej detekcji temperatury w odmianie pneumatycznej oraz elektrycznej. Rozwiązanie systemu gaszenia powinno być wyposażone w uniwersalny zespół baterii gaszących umożliwiający dotarcie w dowolne miejsce wokół napędu przenośnika. Zespół baterii gaszących powinien tworzyć kurtynę gaszącą wokół zabezpieczonego napędu oraz wysięgnika przenośnika taśmowego. Opracowany system powinien posiadać możliwość pracy w warunkach zagrożenia wybuchem pyłu i/lub metanu oraz zapewniać możliwość zastosowania dodatkowego środka gaśniczego w postaci wodnego roztworu Pyrocoolu.

3. Budowa systemu gaszenia

Na podstawie przyjętych założeń, będących efektem analizy systemów gaśniczych obecnie stosowanych w górnictwie podziemnym, oraz zgodnie z obowiązującymi wymaganiami prawnymi w KOMAG-u opracowano automatyczny system gaszenia mgłowego MIG, przeznaczony do wykrywania i gaszenia oraz zapobiegania rozprzestrzenianiu się pożaru na napędach przenośników taśmowych [1, 2].

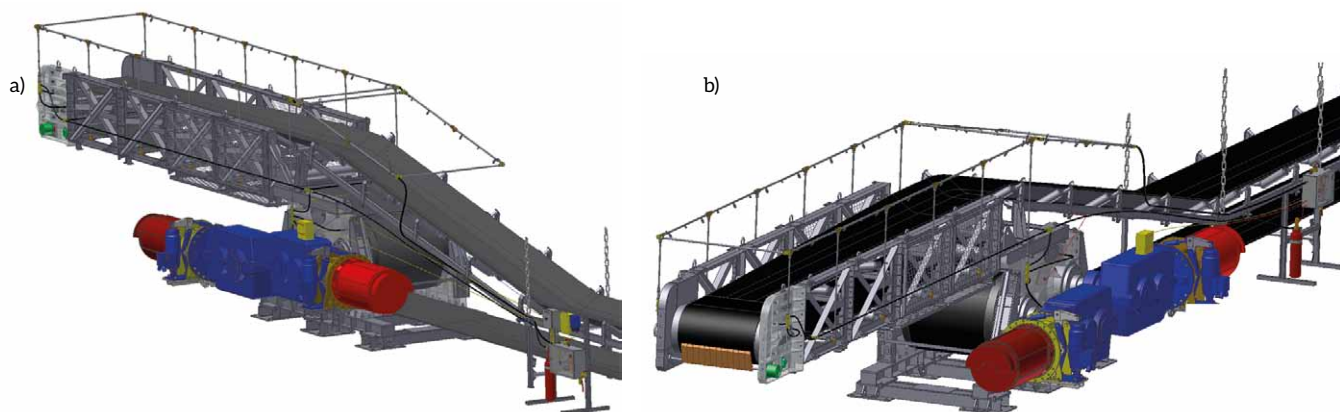
W ramach projektu dofinansowanego przez PARP opracowano dwa rozwiązania systemu gaszenia, uruchamiane z linii detekcyjnej:

- elektrycznej (odmiana I) (rys. 1 a);
- pneumatycznej (odmiana II) (rys. 1 b).

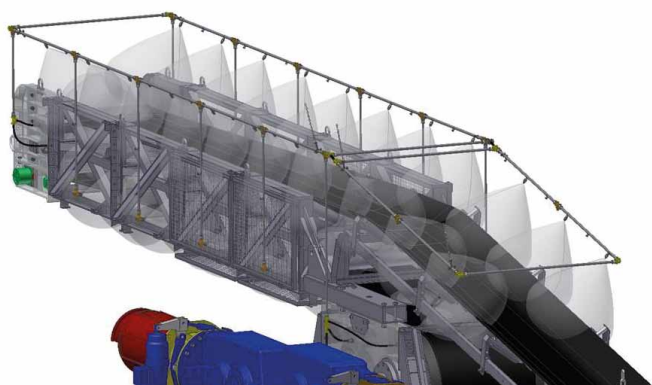
Automatyczny system gaszenia mgłowego napędów przenośników taśmowych MIG (rys. 1) składa się z:

1. Zespołu baterii gaszącej.
2. Zespołu przygotowania medium gaszącego.
3. Zespołu detekcji i sterowania (odmiana II) lub zespołu detekcji wraz z wyposażeniem elektrycznym (odmiana I).

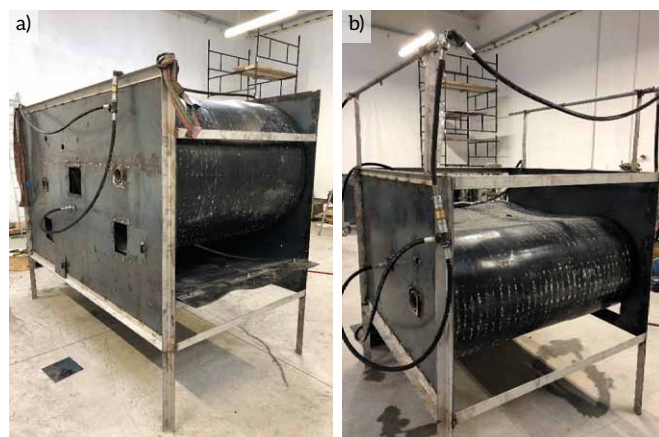
Rozwiązanie systemu gaszenia MIG wyposażono w zespół baterii gaszących, zlokalizowany nad wysięgnikiem i napędem przenośnika, który poprzez swą budowę ma za zadanie odizolować wysięgnik oraz napęd przenośnika (będące potencjalnym źródłem pożaru) od niezagrożonej przestrzeni, przy pomocy strumieni mgły wodnej, z jednoczesnym punktowym dotarciem dysz w niedostępne miejsca napędu. Zespół detekcji tworzy termoczuły kabel lub przewód polimerowy zabudowany wzdłuż taśmy przenośnika oraz w miejscach potencjalnego wystąpienia zarzewi ognia. Linia detekcyjna połączona jest z modułem sterowania oraz elektrozaworem (w przypadku odmiany I) lub z zaworem zwrotnym sterowanym pneumatycznie (w przypadku odmiany II). Sygnał z linii detekcyjnej realizuje



Rys. 1. Automatyczny system gaszenia mgłowego napędów przenośników taśmowych – główne zespoły [1]



Rys. 2. Automatyczny system gaszenia mgłowego napędów przenośników taśmowych – symulacja działania strumieni zraszających [1]



Rys. 3. Automatyczny system gaszenia mgłowego napędów przenośników taśmowych w odmianie sterowanej: a) elektrycznie; b) pneumatycznie [2]

załączanie elektrozaworu (odmiana I) lub zaworu zwrotnego sterowanego pneumatycznie (odmiana II), zlokalizowanego na nitce magistrali wodnej oraz elektrozaworu (odmiana I) lub zaworu zwrotnego elektrozaworu (odmiana II) zlokalizowanego na wylocie z butli ze środkiem gaszącym. Układ detekcji pozwala na awaryjne, ręczne uruchomienie systemu za pomocą włączników awaryjnych zamontowanych po obu stronach przenośnika. Woda do systemu gaszenia poddawana jest oczyszczaniu i redukcji ciśnienia w zespole przygotowania mediów. Opcjonalnie istnieje możliwość doprowadzenia do układu środka gaśniczego z odrębnej butli. System gaszenia może pracować w podziemnych zakładach przemysłu węglowego, we wszystkich pomieszczeniach zagrożonych wybuchem metanu i/lub pyłu węglowego.

System MIG, po wykryciu zarzewia ognia, ma za zadanie uruchomić elektrozawór/zawór sterowany wody, prowadzący do zasilania dysz mgłowych zlokalizowanych w napędzie, na zwrotni/wysięgniku oraz wokół niej/niego, doprowadzając do ugaszenia ognia i zabezpieczenia pozostałych elementów przenośnika przed przeniesieniem ognia.

Wraz z uruchomieniem systemu gaszenia, wyposażonego w butlę ze środkiem gaszącym, system ma za zadanie równolegle uruchomić gaszenie środkiem gaśniczym, kierując go do dysz zlokalizowanych w okolicach bębnow napędowych oraz wokół bębna zwrotni/wysięgnika.

Na podstawie zaprojektowanego systemu gaszenia opracowano dokumentację techniczną rozwiązania, a następnie wykonano egzemplarze prototypowe, które poddano badaniom skuteczności wykrywania i gaszenia ognia. Prototypowy automatyczny system gaszenia mgłowego napędów przenośników taśmowych, sterowany elektrycznie MIG-E, zabudowano na modelu napędu przenośnika (rys. 3 a). Z kolei na modelu zwrotni/wysięgnika (rys. 3 b) zabudowano automatyczny system gaszenia mgłowego napędów przenośników taśmowych, sterowany pneumatycznie MIG-P.

Dla celów badawczych prototypowy egzemplarz automatycznego systemu gaszenia mgłowego dostosowano do modeli napędu oraz zwrotni/wysięgnika poprzez zmniejszenie liczby dysz, odpowiadających za zabezpieczenie wyznaczonego fragmentu przenośnika.

Parametry wody oraz środka gaszącego w instalacji gaszącej w odmianie MIG-E to:

- natężenie przepływu wody konieczne do zasilenia zespołu baterii wewnętrznej (4 szt. dysz typu 1): $Q = \sim 48 \text{ dm}^3/\text{min}$;
- ciśnienie zredukowane wody: $p = 1,40\text{--}1,60 \text{ MPa}$;
- zużycie środka gaszącego typu Pyrocool (4 szt. dysz typu 2): $Q = \sim 5,0 \text{ kg}$;
- czas opróżnienia butli ze środkiem gaśniczym: $t = \sim 5 \text{ s}$;
- maksymalne ciśnienie środka gaszącego: $p_{\text{max}} = 25 \text{ MPa}$.

Parametry wody oraz środka gaszącego w instalacji gaszącej w odmianie MIG-P to:

- natężenie przepływu wody konieczne do zasilenia baterii gaszącej (3 szt. dysz typu 1): $Q = \sim 4,5 \text{ dm}^3/\text{min}$;
- natężenie przepływu wody konieczne do zasilenia zespołu baterii wewnętrznej (3 szt. dysz typu 2): $Q = \sim 36 \text{ dm}^3/\text{min}$;
- ciśnienie zredukowane wody: $p = 1,40\text{--}1,60 \text{ MPa}$;
- zużycie środka gaszącego typu Pyrocool (3 szt. dysz typu 2): $Q = \sim 5,0 \text{ kg}$;
- czas opróżnienia butli ze środkiem gaśniczym: $t = \sim 7 \text{ s}$, maksymalne ciśnienie środka gaszącego: $p_{\text{max}} = 25 \text{ MPa}$.

4. Metodyka, cel i zakres badań

Celem badań automatycznego systemu gaszenia mgłowego napędów przenośników taśmowych MIG-E (odmiana I) i MIG-P (odmiana II) było:

- określenie skuteczności gaszenia symulowanego pożaru w punktach o największym prawdopodobieństwie wystąpienia ognia na napędzie;
- określenie skuteczności gaszenia symulowanego pożaru w punktach o największym prawdopodobieństwie wystąpienia pożaru na zwrotni/wysięgniku;
- określenie prawidłowości pracy systemu pod względem rozpylania wody oraz mieszaniny wody i środka gaszącego. Stanowisko do badań skuteczności gaszenia (rys. 4) składa się z modelu napędu, na którym zabudowany został automatyczny system gaszenia w odmianie I oraz z modelu zwrotni/wysięgnika, na którym zabudowany został automatyczny system gaszenia w odmianie II.

Pomiary skuteczności gaszenia zrealizowano w dwóch punktach potencjalnego źródła pożaru dla każdej z odmian systemu gaszenia. Źródła ognia umieszczano na kołnierzu bębna (A), na wsporniku blach napędu (B) oraz na taśmie górnej przenośnika (C). Punkty usytuowania źródeł ognia przedstawiono na rysunku 5.

Na podstawie analizy pyłu zebranego podczas wizji lokalnych na przenośnikach taśmowych zlokalizowanych w kopalniach węgla kamiennego, do celów badawczych, wytworzono mieszkankę pyłu węglowego z udziałem fragmentów taśmy przenośnika oraz oleju hydraulicznego. Tak przygotowana mieszkanka usypywana była w badanym punkcie na kształt pryzmy,

reklama

reklama



Rys. 4. Stanowisko badawcze z zabudowanym systemem gaszenia mgłowego: a) napędu; b) zwrotni/wysięgніка [2]

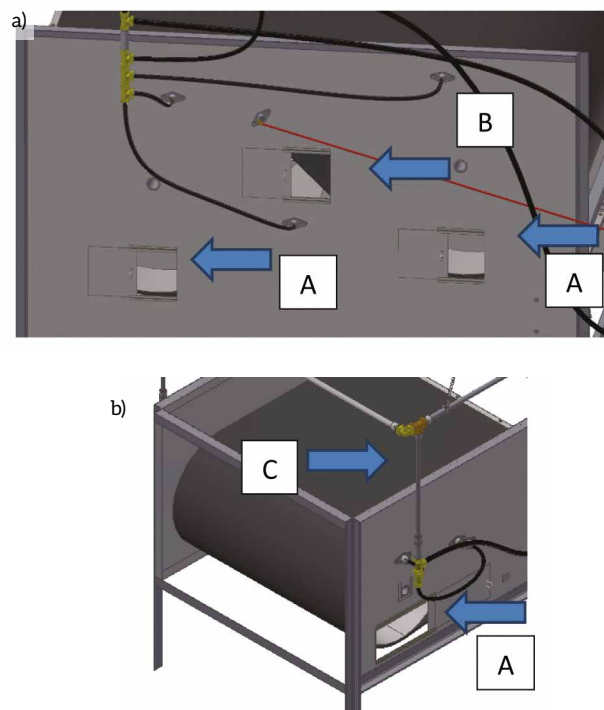
a następnie poddawana działaniu palnika do czasu zapalenia (rys. 6). Po uzyskaniu przez pryzmę samodzielnego podtrzymania ognia umieszczano w jej pobliżu linię detekcyjną.

Skuteczność gaszenia płomieni palącego się materiału (mieszanka pyłu węglowego, oleju oraz fragmentów taśmy przenośnika) była określana czasem potrzebnym do zgaszenia licznym od momentu uruchomienia się systemu gaszenia.

Gaszenie każdego z punktów prowadzone było co najmniej 3-krotnie przez około 60 sekund. Badania przeprowadzono dla automatycznego systemu gaszenia z pełnym wyposażeniem, tj. z butlą środka gaszącego, jak i w wersji bez środka gaszącego dla jednego punktu na napędzie i zwrotni/wysięgniku.

Po 60-sekundowym działaniu systemu gaszenia sprawdzano temperaturę pryzmy w celu określenia jej możliwości do dalszego rozprzestrzenienia pożaru.

W modelach napędu oraz zwrotni/wysięgніка wykonano specjalne okna rewizyjne, które umożliwiły umieszczenie w nich źródła ognia i przetestowanie systemów pod względem skuteczności wykrywania i gaszenia. Wytypowanie okien zrealizowano na podstawie przeprowadzonych analiz termogramów oraz informacji o najczęstszych źródłach pożaru na przenośnikach taśmowych.



Rys. 5. Punkty umieszczania źródeł ognia na modelu: a) napędu; b) zwrotni/wysięgніка [2]



Rys. 6. Pryzma materiału palnego zapalana płomieniem palnika [2]

Przed przystąpieniem do badań sprawdzono poprawność działania instalacji gaszących, a poprzez sprawdzenie wzorkowe rozpylonej wody potwierdzono poprawność pracy dysz mgłowych (rys. 7).

Tak przygotowane automatyczne systemy gaszenia MIG-E i MIG-P zabudowano na stanowisku badawczym i poddano badaniom skuteczności działania. W przypadku punktów A zlokalizowanych na napędzie oraz zwrotni/wysięgniku, system wyposażony był w instalację ze środkiem gaśniczym. W punktach B i C stanowiska badawczego do gaszenia wykorzystano jedynie wodę.



Rys. 7. Woda rozpylana przez dysze mgłowe baterii gaszącej [2]



Rys. 8. Próba gaszenia materiału palnego w miejscu kołnierza bębna I/II napędu przenośnika taśmowego (moment gaszenia płomienia) [2]

Tabela 1. Parametry zmierzone w trakcie prób gaszenia na kołnierzu bębna (punkt A) [2]

Nr próby	Ciśnienie wody za zaworem redukcyjnym p_w [MPa]	Czas potrzebny do uruchomienia się systemu t_1 [s]	Czas ugazzenia płomienia środkiem gaśniczym t_2 [s]	Temperatura przyzmy po działaniu systemu przez 60 sekund T [°C]
1	1,40	8	2	28
2	1,40	9	3	30
3	1,50	8	3	30

5. Badania skuteczności gaszenia napędu przenośnika

Punkty źródła ognia usytuowano na:

1. Kołnierzu bębna I/II napędu (punkt A).
2. Wsporniku napędu (punkt B).

Po osiągnięciu przez przyzmę samodzielnego podtrzymania ognia w danym punkcie odsłaniano wcześniej zabezpieczony kabel termoczuły i poddawano go działaniu ognia.

Ad 1.

Po uruchomieniu się elektrozaworów, wywołanym wykryciem źródła ognia przez linię detekcyjną, następował wypływ środka gaszącego z butli. Ciągła obserwacja źródła ognia służyła ocenie czasu jego zgaszenia przy wypływającym środku gaszącym. Po określonym czasie od pojawienia się źródła ognia

następował wypływ wody dogaszającej, a po 60 sekundach odcinano dopływ wody oraz dopływ środka gaszącego. Po sprawdzeniu pozostałości materiału palnego nie zidentyfikowano żadnych niedogaszonych części przyzmy ani jakichkolwiek gorących iskier. Po przeprowadzonej próbie dokonywano pomiaru temperatury przyzmy przy pomocy termopary. Zdjęcie z próby gaszenia przedstawiono na rys. 8.

Zarejestrowane parametry wody oraz czas zagazzenia wywołanego zarzewia pożaru dla przykładowych trzech prób przedstawiono w tabeli 1.

Ad 2.

Analogicznie przeprowadzono próby gaszenia w punkcie 2, gdzie po zadziałaniu zaworu zwrotnego, wywołanym



Rys. 9. Próba gaszenia materiału palnego w miejscu wspornika napędu przenośnika taśmowego przy użyciu jedynie wody (moment dogaszania płomienia przez instalację) [2]



Rys. 10. Próba gaszenia materiału palnego w miejscu kołnierza bębna zwrotni/wysięgnika przenośnika taśmowego (moment gaszenia płomienia środkiem gaśniczym) [2]

Tabela 2. Parametry zmierzone w trakcie prób gaszenia w miejscu wspornika [2]

Nr próby	Ciśnienie wody za zaworem redukcyjnym p_w [MPa]	Czas potrzebny do uruchomienia się systemu t_1 [s]	Czas ugaszenia płomienia wodą t_2 [s]	Temperatura pryzmy po działaniu systemu przez 60 sekund T [°C]
1	1,40	8	4	26
2	1,40	9	4	25
3	1,40	9	3	25

wykryciem źródła ognia przez linię detekcyjną, następował wypływ wody gaszącej. Po sprawdzeniu pozostałości materiału palnego nie stwierdzono żadnych niedogaszonych części pryzmy ani jakichkolwiek gorących iskiek. Po przeprowadzonej próbie realizowano pomiar temperatury pryzmy przy pomocy termopary. Zdjęcia z próby przedstawiono na rys. 9.

Szczegółowe parametry wody oraz czas zgaszenia wywołanego zarzewia pożaru dla trzech prób przedstawiono w tabeli 2.

6. Badania skuteczności gaszenia zwrotni/wysięgnika przenośnika

W przypadku badania skuteczności gaszenia zwrotni/wysięgnika punkty usytuowania źródła ognia zlokalizowano na:

1. Kołnierzu bębna zwrotni/wysięgnika (punkt A).
2. Taśmie górnej zwrotni/wysięgnika (punkt C).

Po osiągnięciu przez pryzmę samodzielnego podtrzymania ognia odsłaniano wcześniej zabezpieczony przewód pneumatyczny w danym punkcie i poddawano go działaniu ognia.

Ad 1.

Po uruchomieniu się zaworów zwrotnych, wywołanym wykryciem źródła ognia przez linię detekcyjną, następował wypływ środka gaszącego z butli. Obserwacja źródła ognia wykazywała jego zgaszenie po określonym czasie wypływu środka gaszącego. Po kilku sekundach od pojawienia się źródła ognia następował wypływ wody dogaszającej. Po 60 sekundach zamykano dopływ wody oraz zamykano przepływ z butli ze

Tabela 3. Parametry zmierzone w trakcie prób gaszenia na kołnierzu bębna zwrotni/wysięgnika [2]

Nr próby	Ciśnienie wody za zaworem redukcyjnym p_w [MPa]	Czas potrzebny do uruchomienia się systemu t_1 [s]	Czas ugaszenia płomienia środkiem gaszącym t_2 [s]	Temperatura pryzmy po działaniu systemu przez 60 sekund T [°C]
1	1,50	10	1	27
2	1,40	9	natychmiast	29
3	1,40	9	1	27

środkiem gaszącym. Po sprawdzeniu pozostałości materiału palnego nie zidentyfikowano żadnych niedogaszonych części pryzmy ani jakichkolwiek gorących iskiek. Po przeprowadzonej próbie realizowano pomiar temperatury pryzmy przy pomocy termopary. Zdjęcie z próby przedstawiono na rys. 10.

Szczegółowe parametry wody oraz czas zgaszenia wywołanego zarzewia pożaru dla każdej z prób przedstawiono w tabeli 3.

Ad 2.

Po uruchomieniu się zaworu zwrotnego, wywołanym wykryciem źródła ognia przez linię detekcyjną, następował wypływ wody gaszącej. Zgaszenie źródła ognia miało miejsce po kilku sekundach wypływu mgły wodnej. Po około 60 sekundach zamykano dopływ wody. Po sprawdzeniu pozostałości materiału palnego nie zaobserwowano żadnych niedogaszonych części pryzmy ani jakichkolwiek gorących iskiek. Po przeprowadzonej próbie realizowano pomiar temperatury pryzmy przy pomocy termopary. Zdjęcia z próby przedstawiono na rys. 11.

Szczegółowe parametry wody oraz czas zgaszenia wywołanego zarzewia pożaru dla każdej z prób przedstawiono w tabeli 4.

7. Podsumowanie

W artykule omówiono wymagania formalno-prawne dla urządzeń transportujących pod względem ich zabezpieczenia przeciwpożarowego oraz zaprezentowano założenia techniczne



Rys. 11. Próba gaszenia materiału palnego w miejscu taśmy górnej przenośnika przy użyciu wody (moment rozpoczęcia gaszenia płomienia) [2]

Tabela 4. Parametry zmierzone w trakcie prób gaszenia na powierzchni taśmy górnej [2]

Nr próby	Ciśnienie wody za zaworem redukcyjnym p_w [MPa]	Czas potrzebny do uruchomienia się systemu t_1 [s]	Czas ugaszenia płomienia wodą t_2 [s]	Temperatura przyzmy po działaniu systemu przez 60 sekund T [°C]
1	1,40	8	3	25
2	1,40	10	3	25
3	1,40	9	3	24

oraz budowę i zasadę działania automatycznego systemu gaszenia ognia na napędach przenośników taśmowych. Omówiono zakres i metodykę badań prototypowych egzemplarzy automatycznego systemu gaszenia oraz zaprezentowano wyniki badań skuteczności gaszenia.

Rezultaty uzyskane podczas badań skuteczności gaszenia symulowanego pożaru przez automatyczny system gaszenia mgłowego napędów przenośników taśmowych MIG-E (w odmianie elektrycznej) i MIG-P (w odmianie pneumatycznej), z wykorzystaniem wody, jak i dodatkowego środka gaszącego, należy uznać za pozytywne. Skuteczność zaprojektowanego systemu potwierdzono zarówno w aspekcie gaszenia płomieni zapalonego materiału palnego, jak i pod kątem zmniejszania temperatury we wnętrzu materiału palnego, pozbawiając go potencjału do ponownego zapłonu. Na podstawie wyników badań można zaobserwować, że automatyczne systemy gaszenia mgłowego MIG w odmianie sterowanej elektrycznie oraz pneumatycznie uruchamiają się w zbliżonym czasie. Automatyczny system gaszenia mgłowego w odmianie rozbudowanej (ze środkiem gaśniczym) o około 1–3 sekund szybciej gasi zarzewie pożaru w odniesieniu do wersji standardowej (wodnej).

Opracowane rozwiązanie systemu gaszenia charakteryzuje się prostą budową, możliwością zabudowy na istniejącym już przenośniku oraz zapewnia bezobsługową i bezawaryjną pracę. Korzystne parametry pracy systemu, zastosowanie liniowej detekcji źródła ognia oraz nowoczesne dysze zraszające

generujące mgłę wodną umożliwią jego bezpieczną eksploatację w warunkach dołowych (i nie tylko), w przypadku zachowania minimalnych parametrów zasilania instalacji systemu w wodę lub wodę i środek gaśniczy.

Literatura

- [1] BAŁAGA D. I INNI.: *Automatyczny system gaszenia mgłowego napędów przenośników taśmowych MIG. Opis projektu wstępnego W90.366PW-CY. Wydanie 1.* (Materiały niepublikowane), Gliwice 2017.
- [2] BAŁAGA D. I INNI.: *Automatyczny system gaszenia mgłowego napędów przenośników taśmowych MIG. Sprawozdanie z badań W90.366BY. Wydanie 1.* (Materiały niepublikowane), Gliwice 2018.
- [3] BARTELMUS W.: *Diagnostyka maszyn górniczych.* Wydawnictwo Śląskie, Katowice 1998.
- [4] DUDEK D., DUDEK K., FIGIEL A.: *Rozkład temperatur w krążniach i bębnach przenośników taśmowych w warunkach zagrożenia pożarowego.* „Górnictwo Odkrywkowe” 3–4/2013.
- [5] GOLEC D.: *Wymogi bezpiecznej eksploatacji górniczych przenośników taśmowych.* Okręgowy Urząd Górniczy w Poznaniu, www.wielkopolskastrategiawypadkowa.pl.
- [6] PN-EN ISO 19353:2016-05 Bezpieczeństwo maszyn – Zapobieganie pożarom i ochrona przed pożarami.
- [7] Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych (Dz.U. 2017 poz. 1118).
- [8] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 października 2008 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn (Dz.U. 2008 nr 199 poz. 1228).
- [9] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 8 lipca 2010 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej (Dz.U. 2010 nr 138, poz. 931).
- [10] SAWICKI W., ZIMROZ R., KRÓL R., DYK S.: *Badania diagnostyczne układów napędowych przenośników taśmowych w warunkach kopalni podziemnej miedzi.* Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej Nr 118, Wrocław 2007.
- [11] SZKUDLAREK I INNI.: *Identyfikacja zagrożeń i źródeł wzrostu temperatury oraz pożaru na przenośnikach taśmowych.* Analiza W90.366AN. Wydanie 1. (Materiały niepublikowane), Gliwice 2017.

dr inż. Dominik Bałaga (KOMAG)

dr inż. Marek Kalita (KOMAG)

mgr inż. Michał Siegmund (KOMAG)

mgr inż. Andrzej Urbanek (ELEKTRON SC)

mgr inż. Arkadiusz Waloszczyk (ELEKTRON SC)