

Henryk BADURA, Jan WACHOWICZ
Politechnika Śląska, Gliwice
Główny Instytut Górnictwa, Katowice

PODSTAWY METODY WYKRYWANIA POŻARÓW PODZIEMNYCH SPOWODOWANYCH TRUDNO PALNYMI TAŚMAMI PRZENOŚNIKOWYMI

Streszczenie. Dzięki zastosowaniu w polskim górnictwie podziemnym taśm trudno palnych znacznie obniżono zagrożenie pożarami egzogenicznymi. Niebezpieczeństwo powstania pożaru, zapoczątkowanego przez wadliwie działający przenośnik taśmowy, nie zostało jednak wyeliminowane całkowicie. Badania wykazały, że podgrzanie do temperatury powyżej 200⁰C taśmy powoduje powstanie ścierów, które w przepływowym prądzie powietrza mogą nagrzać się do temperatury około 600⁰ C i spowodować zapalenie się znajdującego się w sąsiedztwie przenośnika pyłu węglowego. Wczesne wykrycie wszystkich przypadków nadmiernego grzewania taśm nie jest możliwe przez stosowane obecnie w Polsce systemy monitoringu przeciwpożarowego. Spowodowane to jest albo za małą czułością detektorów, albo lokalnym działaniem systemu, albo też wykrywaniem tlenu węgla, który powstaje po podgrzaniu taśm do temperatury przekraczającej 300⁰ C. Badania wykazały, że rozkładowi termicznemu taśm chloroprenowych bądź PVC towarzyszy wydzielanie się chlorowodoru. Gazu tego nie spotyka się w atmosferze kopalnianej i nie powstaje on w procesach technologicznych stosowanych w górnictwie. Jest on zatem bardzo dobrym gazem znacznikowym. Dalsza poprawa bezpieczeństwa pożarowego może być uzyskana poprzez zastosowanie w systemach monitoringu przeciwpożarowego czujników chlorowodoru.

THE BASICS OF A METHOD OF DETECTING FIRE HAZARD OF CONVEYOR BELTS IN UNDERGROUND MINES

Summary. Application of slow-burning belts in Polish coal mining significantly decreased exogenous fire hazard. The danger of fire outburst, started with defective working of belt conveyors, has not been completely eliminated. Investigations showed that heating up of belt to the temperature above 200⁰C creates pulp that can achieve the temperature about 600⁰C in flowing air and initiates inflammation of dust coal in the neighbourhood of a conveyor. Early detection in all cases of excessive belt heating is not possible by present fire fighting monitoring systems in Poland. It is caused either by low accuracy of detectors or a

local system range or by carbon monoxide detecting which appears after heating up of the belt to the temperature exceeding 300°C. Research proved that thermal decay of chloroprene or PVC belts is associated with hydrogen chloride emission. This gas is not present in mine atmosphere and it does not appear in technological processes applied in mining. In connection with that hydrogen chloride is very good tracer gas. Further improvement of fire safety can be achieved by using of hydrogen chloride detectors in fire fighting monitoring systems.

1. Wprowadzenie

W procesie wydobywania węgla wykorzystywana jest znaczna ilość materiałów niemetalowych, które są zazwyczaj palnymi substancjami organicznymi. Największe spośród nich źródło zagrożenia pożarowego stanowi taśma przenośnikowa. Może ona być zarówno przyczyną powstania pożaru, jak i jego szybkiego rozprzestrzenienia się w inne rejony kopalni wzdłuż trasy przenośnika. Najbardziej efektywnym sposobem zapobiegania pożarom przenośników taśmowych jest stosowanie w kopalniach taśm trudno palnych. Powszechne stosowanie trudno palnych taśm przenośnikowych w naszym kraju ma miejsce dopiero od kilku lat. Decydujące znaczenie miało tutaj zarządzenie nr 8 Ministra Przemysłu i Handlu z dnia 10 marca 1992 roku, z którego wynika, że taśmy przenośnikowe przeznaczone do stosowania w podziemnych wyrobiskach górniczych powinny być trudno palne i posiadać dopuszczenie Wyższego Urzędu Górniczego. Nie bez znaczenia był również fakt uruchomienia w kraju produkcji taśm przenośnikowych, spełniających wymagania trudnopalności oraz osiągnięcie przez nie jakości zbliżonej do wyrobów renomowanych firm zachodnich. W krajowym przemyśle wydobywczym stosowane są trzy podstawowe rodzaje taśm przenośnikowych:

- taśmy z polichlorku winylu (taśmy PVC),
- taśmy z rdzeniem impregnowanym polichlorkiem winylu i bieżnikami wykonanymi z gumy trudno palnej (taśmy PVG),
- taśmy z gumy trudno palnej (taśmy CR).

Praktyka stosowania trudno palnych taśm przenośnikowych wykazała jednak, że w pewnych niesprzyjających okolicznościach mogą one stwarzać zagrożenie pożarowe. Aby uniknąć konsekwencji pożaru, jaki mógłby mieć miejsce w kopalni w wyniku inicjacji związanej z nieprawidłową eksploatacją taśm trudno palnych, korzystne byłoby monitorowanie miejsc narażonych na wystąpienie takiego zdarzenia, co pozwoliłoby na

wczesne ostrzeżenie o grożącym niebezpieczeństwie. W niniejszym artykule przedstawiono koncepcję metody wczesnego wykrywania zagrożeń pożarowych wynikających ze stosowania w kopalniach trudno palnych taśm przenośnikowych.

2. Zagrożenia pożarowe wynikające ze stosowania w kopalniach taśm przenośnikowych

Taśma przenośnikowa jest zbudowana z kilku elementów, których zadaniem jest nadanie jej właściwych cech funkcjonalnych. Należą do nich: rdzeń zapewniający taśmie odpowiednią wytrzymałość, okładki bieżna i nośna (bieżniki), chroniące taśmę przed zniszczeniem oraz obrzeża zabezpieczające krawędzie taśmy. Elementy te wykonywane są z różnorodnych materiałów. Na rdzeń używane są zazwyczaj tkaniny lub przedziwy otrzymywane przy użyciu włókien celulozowych (bawełna, wiskoza), poliamidowych, poliestrowych lub linki stalowe, rzadziej kord lub taśma stalowa. Okładki i obrzeża taśm przenośnikowych wykonywane są z mieszanek gumowych, które otrzymuje się na bazie kauczuków naturalnych i syntetycznych, polichlorku winylu oraz różnorodnych dodatków. Taśmy przenośnikowe w zależności od zastosowanych do ich produkcji surowców oraz zastosowanych środków zmniejszających palność stanowią potencjalne zagrożenie powstania pożaru, szczególnie w przypadku stosowania ich w podziemnych wyrobiskach kopalń węgla kamiennego.

O rozmiarach zagrożenia pożarowego związanego z pracą przenośników taśmowych szczególnie wymownie mówią statystyki pożarów w kopalniach, z których wynika, że tylko w polskim górnictwie węglowym w pożarach spowodowanych zapaleniem się taśmy w latach 1947-1989 zginęło 242 górników [21]. Podobne katastrofy miały również miejsce w innych krajach. Podczas pożaru w kopalni Creswell (Wielka Brytania) w 1950 roku [2] zginęło 80 górników. W 1961 roku w kopalni Dukla (Czechosłowacja) w pożarze taśmy przenośnikowej zginęło 108 górników [9]. Częste pożary taśm miały miejsce również w Niemczech. Pożar taśmy przenośnikowej, jaki miał miejsce w kopalni Schlägel und Eisen (RFN) w 1977 roku, pociągnął za sobą 7 ofiar śmiertelnych [22]. W Stanach Zjednoczonych w 1984 roku w kopalni Wilbert śmierć poniosło 27 górników [7], w 1988 roku w Japonii zginęło 73 górników [21].

Niezależnie od szczegółowych analiz przyczyn pożarów taśm przenośnikowych w kopalniach głębinowych w wielu placówkach naukowych prowadzone są badania mające

na celu wyjaśnienie i poznanie zjawiska powstawania pożarów taśm. Prace nad określeniem mechanizmu powstawania pożaru taśm prowadzono już na przełomie lat pięćdziesiątych przez W. Maasa [8] i R. Taillandera [14], a w latach 1976-1977 w Polsce przez Z. Pawłowicza i J. Bryłowskiego [12]. Od 35 lat również w Głównym Instytucie Górnictwa badane są zagrożenia związane ze stosowaniem taśm przenośnikowych w kopalniach węgla [15, 16]. Badania mechanizmu powstawania pożarów gumowych taśm przenośnikowych wykazały, że niewątpliwą przyczyną pożarów jest tarcie taśmy o bęben napędowy przenośnika. Zapaleniu ulega taśma przenośnikowa lub odpadające od taśmy żarzące się fragmenty okładek, od których zapala się znajdujący się w sąsiedztwie pył i kawałki węgla. Przyczyną pożaru może być również tarcie będącej w ruchu taśmy o nieruchome elementy konstrukcji przenośnika. Od nagrzanego powyżej 200°C elementu stalowego oderwać się mogą gromadzące się na nim ściery gumowe okładek, które pod wpływem przepływającego powietrza w przypadku palnych taśm gumowych mogą ulec zapaleniu płomieniem. W przypadku trudno palnych taśm chloroprenowych ściery okładek nie ulega zapaleniu płomieniem, lecz nagrzewa się do temperatury 600°C i spala bezpłomieniowo (tlenie) [17, 18].

Znaczący przełom w zakresie eliminowania zagrożeń pożarowych związanych ze stosowaniem taśm przenośnikowych stanowiło opracowanie technologii produkcji taśm trudno palnych. W wyniku podjęcia w kraju produkcji trudno palnych taśm przenośnikowych oraz wydania przez Wyższy Urząd Górniczy w 1992 roku zakazu stosowania w podziemnych wyrobiskach górniczych taśm przenośnikowych, nie spełniających przyjętych w kraju kryteriów trudnopalności, zagrożenie powstania pożaru spowodowanego stosowaniem taśm przenośnikowych zmniejszyło się radykalnie. Świadczą o tym statystyki pożarów, jakie miały miejsce w ostatnich latach [13, 19]. Należy jednak nadmienić, że w polskich statystykach pożary taśm przenośnikowych ujawniane są jedynie w przypadku, gdy zdarzenie ma szerszy zasięg, obejmujący poważne konsekwencje finansowe lub zdrowotne. Przypadki mniej ważne, chociaż wiadomo, że jest że mają one miejsce (relacje świadków), nie są wykazywane w statystykach kopalnianych.

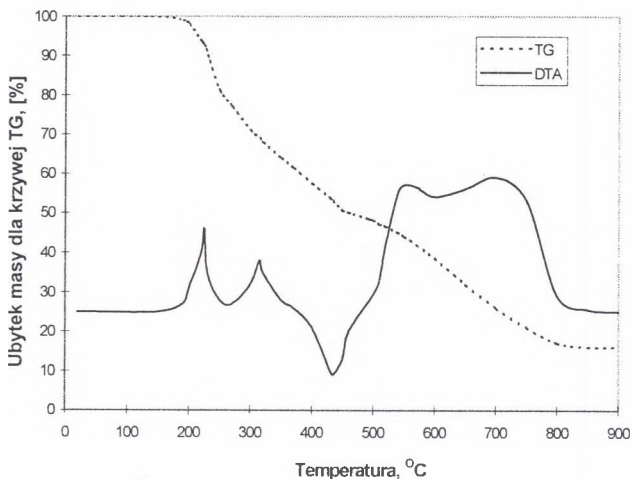
3. Zachowanie się taśm przenośnikowych w warunkach podwyższonych temperatur

Właściwości taśm przenośnikowych z polichloroku winylu praktycznie całkowicie eliminują zagrożenie powstania pożaru wskutek tarcia. Taśmy te pod wpływem ciepła powstającego podczas tarcia o elementy przenośnika ulegają stopieniu i sprzężenie cienne generujące ciepło zostaje przerwane. Temperatura bębna napędowego nie przekracza w tych sytuacjach 325°C , a co najważniejsze zjawisku temu nie towarzyszy żarzenie się taśmy. Taśmy te wykazują również właściwości samogasnące - poza ogniskiem pożaru samoczynnie gasną, a zatem nie stwarzają zagrożenia rozprzestrzenienia pożaru w inne rejony kopalni.

Trudno palne taśmy chloroprenowe również posiadają właściwości samogasnące i nie ulegają zapaleniu wskutek tarcia o bęben napędowy. Jednakże temperatura bębna napędowego w chwili przetarcia taśmy może osiągać wartości bliskie 500°C . Powstający podczas tarcia ścier gumowy, chociaż nie ulega zapaleniu, może się żarzyć. Badania ścierów bieżników trudno palnych taśm gumowych (chloroprenowych) wykazały, że ścier ten podgrzany do temperatury $200\text{-}220^{\circ}\text{C}$, a następnie poddany nadmuchiowi powietrza ($1,2\text{ ms}^{-1}$), po czasie $50\text{-}165\text{ s}$ ulega nagraniu do temperatury 600°C . Pomimo osiągnięcia tak wysokiej temperatury nie obserwowano zapalenia się ściery płomieniem [10]. Zjawisko to stwarza w kopalniach węgla duże zagrożenie pożarowe, gdyż nagrany do tak wysokiej temperatury ścier gumowy w zetknięciu ze znajdującym się w pobliżu przenośnika taśmowego pyłem węglowym może być przyczyną powstania pożaru. W związku z tym chociaż taśmy przenośnikowe chloroprenowe nie stwarzają zagrożenia rozprzestrzeniania pożaru wzdłuż trasy przenośnika i nie ulegają zapaleniu wskutek tarcia mogą stanowić przyczynę pożaru innych materiałów palnych.

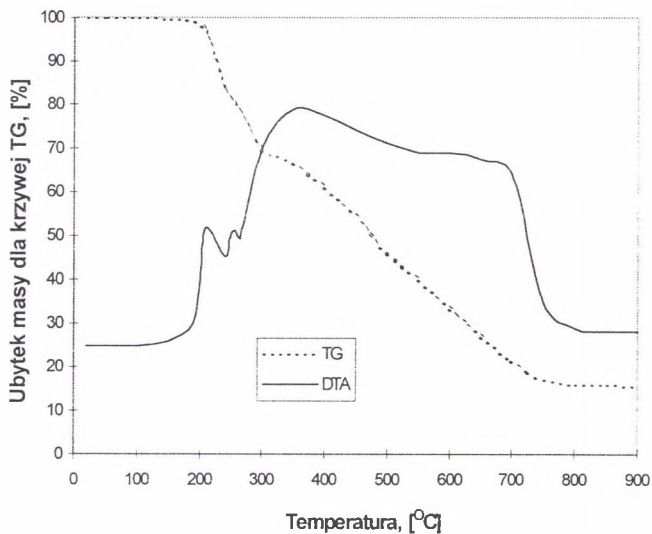
Badanie zachowania się bieżników trudno palnych taśm chloroprenowych oraz otrzymanego z nich ściery w różnych warunkach temperaturowych wykonane były przez jednego z autorów niniejszego opracowania z wykorzystaniem metody analizy termicznej, która pozwala na określenie zmian masy badanej próbki, spowodowanej przemianami fizycznymi i chemicznymi zachodzącymi podczas jej ogrzewania z określoną szybkością (analiza termogravimetryczna TG) oraz określić efekty energetyczne przemian fizycznych i chemicznych na podstawie analizy różnicy temperatur badanej próbki i próbki wzorcowej (różnicowa analiza termiczna DTA) [18,20]. Na rys. 1 i 2 przedstawiono przykładowe

przebiegi krzywych TG i DTA dla bieżników taśm przenośnikowych i ściarów gumowych uzyskanych z bieżników tych taśm.



Rys. 1. Krzywe TG i DTA bieżnika taśmy chloroprenowej (GTP) w atmosferze powietrza

Fig. 1. TG and DTA curves of tread chloroprene belt (GTP) in atmosphere of air



Rys. 2. Krzywe TG i DTA ściaru bieżnika taśmy chloroprenowej (GTP) w atmosferze powietrza

Fig. 2. TG and DTA curves of tread pulp chloroprene belt (GTP) in atmosphere of air

Analiza termiczna mieszanek gumowych z kauczuku chloroprenowego, z których wykonane są bieżniki trudno palnych taśm przenośnikowych, wykazała, że rozkład badanych próbek ma charakter egzotermiczny z dwoma charakterystycznymi pikami w temperaturach 225-250°C i 310-325°C (rys. 1, krzywa DTA). W przypadku ściarów bieżników badanych w atmosferze powietrza widoczny jest jedynie pierwszy pik egzotermiczny w temperaturze 210±250°C (rys.2, krzywa DTA). Drugi pik nakłada się z rozległym, silnie egzotermicznym pikiem będącym wynikiem reakcji spalania ściaru. W tym przypadku proces palenia się próbek ściaru bieżnika ma miejsce w temperaturach około 200° niższych niż w przypadku próbek całych fragmentów bieżnika.

Uzyskane wyniki badań są bardzo zbliżone do danych prezentowanych przez C.F.Cullisa i M. M. Hilschlera [3], którzy podają, że rozkłady termiczne chloroprenu i polichloru winylu przebiegają bardzo podobnie i towarzyszy im wydzielanie dużych ilości chlorowodoru. Podczas ich ogrzewania w zakresie temperatur 220÷270°C następuje szybka utrata masy, a wydzielający się gaz stanowi prawie wyłącznie chlorowódór.

4. Monitorowanie zagrożenia pożarami egzogenicznymi

Požary egzogeniczne z uwagi na ich gwałtowny przebieg stanowią duże niebezpieczeństwo dla pracującej w wyrobiskach górniczych załogi. Dlatego też profilaktyka przeciwpożarowa jest bogata i różnorodna. Obejmuje ona działania w kierunku:

- likwidacji materiałów palnych w wyrobiskach,
- likwidacji źródeł zapłonu,
- wykrywania pożaru we wczesnym stadium,
- ograniczenia rozwoju i gaszenia pożaru,
- ograniczenia szkodliwego oddziaływania na załogę oraz strat materialnych.

Bardzo duże znaczenie w walce z zagrożeniem pożarowym posiadają systemy monitorowania zjawisk poprzedzających pożar oraz towarzyszących pożarom. W pracy [4] wykazano, że istotne ograniczenie szkodliwego oddziaływania pożaru na załogę następuje poprzez jak najwcześniejsze wykrycie pożaru i poinformowanie o nim zagrożonej załogi, a jednym z warunków wysokiej użyteczności systemu monitorowania zagrożenia jest stosowanie odpowiednio czułych detektorów zagrożenia i optymalizacja ich rozmieszczenia w wyrobiskach. Najkorzystniejsze jest wykrywanie pożaru w jak najwcześniejszej fazie

rozwoju, gdyż umożliwia to wycofywanie załogi z zagrożonej strefy w warunkach dobrej widoczności i małych stężeń gazów szkodliwych, a także przeprowadzenie szybkiej akcji gaszenia pożaru lub likwidacji przyczyn nadmiernego, awaryjnego wzrostu temperatury.

Najczęściej stosowanym w polskich kopalniach systemem monitoringu przeciwpożarowego jest tzw. system kontroli zagrożeń metanowo – pożarowych SMP, opracowany w Centrum Elektryfikacji i Automatyzacji Górnictwa EMAG w Katowicach [11], który pozwala na monitorowanie zagrożenia pożarowego w dużej liczbie wyrobisk. W praktyce górniczej wykorzystywane są również systemy, których zasięg jest lokalny, ograniczony na przykład do napędów przenośnika. Stosowane obecnie systemy monitoringu wykorzystują przede wszystkim czujniki wysokiej temperatury, dymu lub tlenu węgla.

Czujniki temperatury umieszcza się przede wszystkim na częściach maszyn narażonych na przegrzania w wyniku nieprawidłowej pracy maszyny lub niewłaściwych warunków jej pracy. A zatem ich znaczenie dla profilaktyki polega przede wszystkim na eliminacji źródła zapłonu.

W topikowe czujniki temperatury lub termiczne wyzwalacze ampułkowe wyposażone są automatyczne urządzenia gaszące, umieszczone w miejscach odznaczających się dużym prawdopodobieństwem powstania pożaru. Czujniki te powodują uruchomienie urządzenia gaszącego na skutek przekroczenia progowej wartości temperatury w części maszyny lub w opływowym prądzie powietrza, co może być spowodowane odpowiednio rozwiniętym pożarem. Wadą takiego systemu jest ograniczony, lokalny zasięg monitorowania i działania.

Do wykrywania i określenia miejsca pożaru mogą służyć także systemy oparte na czujnikach światłowodowych [1]. Za ich pomocą można określić położenie ogniska pożaru z dokładnością do 1,5 m. Światłowód w warunkach kopalnianych może być zawieszony w miejscu, w którym nie będzie narażony na uszkodzenia, a to jest związane z jego pewnym oddaleniem od możliwego miejsca pożaru. Z tego powodu ten typ czujnika będzie wykrywał pożary już do pewnego stopnia rozwinięte.

Czujniki temperatury mogą służyć także do pomiaru temperatury w opływowym prądzie powietrza, co jednak będzie służyło przede wszystkim do oceny drożności drogi ucieczkowej, a w mniejszym stopniu do wykrywania pożarów.

Stosowane w kopalniach czujniki dymu wykorzystują zjawisko obniżania się pod wpływem dymu ruchliwości jonów w komorze jonizacyjnej [6]. Czułość tego typu detektorów jest duża, jednakże nie znalazły one szerokiego zastosowania w kopalniach z uwagi na wykorzystywanie w nich izotopów.

Najszerzej stosowanymi detektorami pożaru są czujniki tlenu węgla. Zawartość tlenu węgla w powietrzu kopalnianym jest niska, a jego zwiększone stężenie towarzyszy wykonywaniu robót strzałowych, spawalniczych, samozagrzewaniu się substancji organicznych (np. węgla) lub egzogenicznemu nagrzewaniu i paleniu się substancji. Czujniki tlenu węgla pozwalają na jego wykrycie już przy stężeniach kilku dziesięciotysięcznych części procentu. Dzięki temu czujniki te mogą służyć do wykrywania symptomów pożaru wszędzie tam, gdzie nagrzewanie substancji prowadzi do wydzielania się tlenu węgla. Wpływa to bardzo korzystnie na bezpieczeństwo pożarowe w kopalniach.

Jak wykazały badania przeprowadzone przez autorów pracy [5], w trakcie zacierania taśmy trudno palnej wydzielanie się tlenu węgla w ilości mogącej wywołać alarm przeciwpożarowy następowało dopiero przy temperaturze około 300⁰ C. Jednakże już w temperaturze około 200⁰ C powstające ściery z taśmy mogą w warunkach kopalnianych wywołać pożar. Oznacza to, że czujniki tlenu węgla mogą w tych przypadkach wykrywać dopiero pożar a nie niebezpieczeństwo jego powstania.

Z przeprowadzonych rozważań wynika, że obecnie stosowane środki monitorowania zagrożenia pożarowego mogą nie wykryć niebezpiecznego stanu przedpożarowego w przypadkach, gdy jego głównym powodem będzie nagrzewanie taśmy trudno palnej.

Jak już to opisano wyżej, gazem wydzielającym podczas nagrzewania taśm trudno palnych jest chlorowódz, który nie występuje w atmosferze kopalnianej, toteż wykrycie nawet niewielkich jego ilości świadczy o nagrzewaniu taśm trudno palnych. Z tego względu autorzy artykułu uważają, że dalszą poprawę bezpieczeństwa pożarowego można osiągnąć poprzez skonstruowanie odpowiednio czułego detektora chlorowodoru i włączenie go w skład funkcjonujących obecnie systemów wykrywania pożaru. Ze względu na to, że wydzielanie chlorowodoru następuje już w temperaturze około 200⁰ C, stanie się możliwe wykrywanie stanów przedpożarowych, kiedy nastąpi wzrost temperatury tworzywa, z którego wykonana jest taśma. Tym samym wykrycie chlorowodoru pozwoli na określenie miejsca nadmiernego nagrzenia taśmy i szybką likwidację zagrożenia pożarowego lub odpowiednio wczesne wycofanie załogi ze strefy możliwego zadymienia.

LITERATURA

1. Buchwald P., Basista A.: Fibrolaserowy system przeciwpożarowego czujnikowania wyrobisk podziemnych w kopalniach. *Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie*, nr 9, 2000.
2. Creswell colliery disaster report. *Iron and Coal Trades Review*, Vol. 165, nr 4395, 1952.
3. Cullis C. F., Hilschler M. M.: *The Combustion of Organic Polymers*. Clarendon Press, Oxford, 1981.
4. Frycz A., Badura H.: Miara zagrożenia pożarami i jej zastosowanie do optymalizacji rozmieszczenia czujników wykrywających pożary. *Materiały Konferencyjne, Večtranie a klimatizacia v hlbinných baniach, Herlany 1993*.
5. Gardeła M., Kielar J., Mróz J., Szczygielska M.: Analiza produktów spalania taśm przenośnikowych. *Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa*, nr 3, 1999.
6. Kielar J., Mróz J., Ostapiuk R.: Adaptacja izotopowych czujników dymu do wykrywania pożarów otwartych w podziemiach kopalń. *Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa*, nr 9, 1978.
7. Luzik S., Desantels L.: *Coal Mine Fires Involving Tracks and Belt Entries 1970-88. Report 09-323-90*, Mine Safety and Health Adm., Pittsburg, Pennsylvania 1990.
8. Maas W.: *Fire Hazard Due to Slipping Rubber Belt Conveyors*. *Geologie en Mijnbouw*, nr 11, 1949.
9. Maciejasz Z., Kruk F.: *Požary podziemne w kopalniach. Cz. 1. „Śląsk”*, Katowice 1977.
10. Małecki B., Wachowicz J.: Problemy stosowania testu ciernego w badaniach trudno palnych taśm przenośnikowych. *Przegląd Górniczy*, nr 10 (48), 1992.
11. Mironowicz W., Wasilewski S.: System SMP kontroli zagrożeń metanowo – pożarowych. *Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie*, nr 10, 1996.
12. Pawłowicz Z., Bryłowski J.: Badania odporności na palenie taśm przenośnikowych stosowanych w kopalniach Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego. *Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej nr 30, Konferencje nr 4*, Wrocław 1978.
13. Strumiński A., Madeja B.: Pożary przenośników taśmowych w kopalniach. *Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej nr 51, Studia i Materiały nr 18*, Wyd. Pol. Wrocławskiej, Wrocław 1989.

14. Taillandier R.: The Inflammation of Conveyor Belts. A Study of a Protective Device. 7th Int. Conf. Directors of Safety in Mines Research, Paper nr 23, Buxton, England 1952.
15. Wachowicz J.: Zagadnienia bezpieczeństwa pożarowego związanego ze stosowaniem taśm przenośnikowych w kopalniach rud metali i surowców mineralnych. III Międzynarodowe Sympozjum: Nowe kierunki i doświadczenia w zakresie budowy i eksploatacji taśm transporterowych i urządzeń z nimi współpracujących, Ustroń 1995.
16. Wachowicz J. i in.: Określenie kryteriów bezpiecznego stosowania taśm przenośnikowych w kopalniach niemetalowych rud miedzi. Dokumentacja nr: 728 616 4BM, (niepublikowana), GIG, Katowice 1994.
17. Wachowicz J.: Analiza termiczna ścierów bieżników chloroprenowych trudno palnych taśm przenośnikowych. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej nr 83 (22), Wrocław 1998.
18. Wachowicz J.: Investigation of self-heating of rubber wastes from chloroprene fire-resistant conveyor belts, Fire and Materials nr 23, 1999.
19. Wachowicz J., Krause E., Łukowicz K., Sobieszczuk G.: Analiza ryzyka zagrożeń pożarowych i toksykologicznych związanych ze stosowaniem materiałów niemetalowych w kopalniach podziemnych. Dokumentacja nr 15102029-160, (niepublikowana), GIG, Katowice 1999.
20. Wachowicz J.: Analiza termiczna ścierów bieżników chloroprenowych trudno palnych taśm przenośnikowych. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej nr 83 (22), Wrocław 1998.
21. Zyska B.: Eksploatacja przenośników taśmowych w kopalniach węgla kamiennego a zagrożenie życia górników. Wiadomości Górnictwe, 1992, nr 2 (48)
22. Zyska B.: Analiza pożaru w kopalni „Schlagel und Eisen” z 1977 roku jako podstawa do oceny aktualnego zagrożenia pożarowego od przenośników taśmowych w polskim górnictwie węgla kamiennego. Bezpieczeństwo Pracy w Górnictwie nr 2 (52), 1981.

Recenzent: Dr inż. J. Cygankiewicz

Abstract

Fires of rubber conveyor belts were until recently one of the main reasons of exogenous fires in coal mines. The reason of these fires was a friction of belts with moving and motionless elements of conveyor and also belt inflammations from fires which derived from independent reasons from belt-conveyor. One of features of belt fire was its quick development and transfer of fire on large distances. As a result fires of belt conveyors in Polish mines led to death 264 miners. Belt fires also brought considerable material losses. From these reasons in 1992 Polish mining authorities gave prohibition of usage of combustible rubber belts which were replaced by slow-burning belts made of polyvinyl chloride and chloroprene.

Application of slow-burning conveyor belts in underground mining excavations significantly improved work safety connected with belt-conveyors. Unfortunately fire hazard wasn't completely eliminated. It was stated that pulp coming into being during frictions of chloroprene conveyor belts deriving from covers of belts is blown by air and is brought up to a temperature of about 600°C. And it can be the reason of fire in the neighbourhood of coal dust or of other combustible materials.

During burning of conveyor belts a certain amount of carbon monoxide liberates and this is why to detect this kind of fires in a first phase when a ignition of belt didn't happen measurements of carbon monoxide concentrations were realised with automatic systems. However investigations pointed out that liberation of carbon monoxide in case of high temperature influence on conveyor belts was little as a result of normal processes of oxidation taking place in mine. It induced authors to search of bases of working out a new method of detecting fire hazard connected with conveyor belts. In paper there were presented results of thermal analysis of conveyor belts and product characteristics of thermooxidative decomposition of present applied belts. These results were the base of estimation of expecting gas concentrations in mine atmosphere. It was proved that during heating up of conveyor belts made of polyvinyl chloride and chloroprene as first hydrogen chloride is released which content in mine atmosphere can be already designate at very low concentrations. The observation creates possibility of utilisation of hydrogen chloride concentration measurements for needs of working out a new method of early detecting of fire hazard connected with belts. These data and some information in relation to applied in underground mining measuring apparatus permitted an expression of proposal of detecting fire hazard connected with conveyor belt applied at present in Polish coal mining.