

MASZYNY GÓRNICZE

1/2009

KWARTALNIK NAUKOWO-TECHNICZNY



Rada Programowa

Przewodniczący: dr inż. Andrzej Meder
ZIM, S.A.

prof.dr hab.inż. Tadeusz Banaszewski
Akademia Górniczo-Hutnicza

prof.dr hab.inż. Marian Dolipski
Politechnika Śląska

prof.dr hab.inż. Józef Dubiński
Główny Instytut Górnictwa

prof.dr hab.inż. Dionizy Dudek
Politechnika Wrocławska

prof.dr hab.inż. Józef Hansel
Akademia Górniczo-Hutnicza

prof.dr hab.inż. Monika Hardygóra
Politechnika Wrocławska

prof.dr hab.inż. Jan Holnicki-Szulc
Instytut Podstawowych Problemów
Techniki-PAN

prof.dr hab.inż. Marek Jaszcuk
Politechnika Śląska

prof.dr hab.inż. Józef Jonak
Politechnika Lubelska

prof.dr hab.inż. Antoni Kalukiewicz
Akademia Górniczo-Hutnicza

prof.dr hab.inż. Włodzimierz Kowalski
Akademia Górniczo-Hutnicza

prof.dr hab.inż. Jerzy Merkisz
Politechnika Poznańska

prof.dr hab.inż. Stanisław Plechoła
Akademia Górniczo-Hutnicza

prof.dr hab.inż. Antoni Skoć
Politechnika Śląska

prof.dr hab. inż. Jerzy Świder
Politechnika Śląska

prof.dr hab.inż. dr h.c. Eugeniusz Świński
Politechnika Śląska

prof.dr hab.inż. Stanisław Wasilewski
Akademia Górniczo-Hutnicza

MASZYNY GÓRNICZE

1(117)2009

Kwartalnik naukowo-techniczny
ROK XXVII, marzec 2009

Zespół Redakcyjny

Redaktor Naczelny:

dr inż. Antoni Kozieł

Z-ca Redaktora Naczelnego:

mgr inż. Tadeusz Mazurkiewicz

Sekretarz Redakcji:

mgr inż. Romana Zajac

Redaktorzy merytoryczni:

prof.dr hab.inż. Marek Jaszczyk

prof.dr hab.inż. Adam Klich

prof.dr hab.inż. Zdzisław Kłeczek

prof.dr hab.inż. Krzysztof Krauze

prof.dr hab.inż. Aleksander Lutyński

prof.dr inż. Włodzimierz Sikora

prof.dr hab.inż. Teodor Winkler

Wydawca

Instytut Techniki Górniczej KOMAG

Adres redakcji:

ul. Pszczyńska 37, 44-101 Gliwice

tel.: 032 2374 528

fax: 032 2374 304

PL ISSN 0209-3693

Wydawca nie odpowiada za treść
reklam i nie odsyła nadesłanych
artykułów

Zgodnie z ustawą o prawie autor-
skim i prawach pokrewnych żadna
część kwartalnika nie może być
tłumaczona ani powielana bez
pisemnej zgody Wydawcy

Skład i druk:

KOMDRUK-KOMAG Sp. z o.o.

ul. Pszczyńska 37, 44-101 Gliwice

tel.: 032 2374 563

Grafika: Natalia Król

Redakcja techniczna:

mgr inż. Bogna Kolasieńska

Nakład: 200 egz.

Szanowni Państwo

Prezentujemy kolejny numer „Maszyn Górniczych”, w którym zamieszczamy artykuły omawiające wyniki prac analitycznych, badawczych i wdrożeniowych maszyn, urządzeń i systemów mechanizacyjnych dla górnictwa węgla kamiennego.

W rozdziale „Projektowanie i Badania” przedstawiamy artykuł dotyczący opracowanych w ITG KOMAG rozwiązań zraszania powietrzno-wodnego z wykorzystaniem sprężonego powietrza, przeznaczonych dla kombajnów górniczych ścianowych i chodnikowych, mających na celu ograniczenie możliwości zapalenia metanu i ograniczenia zużycia wody.

W rozdziale „Transport i Odstawa” zaprezentowano artykuł poruszający problematykę bezpieczeństwa transportu związaną z hamulcami i wózkami hamulcowymi stosowanymi w transporcie kolejkami górniczymi w wyrobiskach nachylonych.

W rozdziale „Szyb i Maszyny Wyciągowe” w artykule S.Wolnego omówiono wyniki analizy obciążenia zawieszonych maszyn podczas rozruchu górniczego urządzenia wyciągowego na podstawie przeprowadzonych eksperymentów.

Warto również zapoznać się z zagadnieniami przewidywania rozwoju technologicznego, które przedstawiono w nowym rozdziale „Foresight”. W tej części W.Sikora prezentuje tendencje rozwojowe w obszarze mechanizacji górnictwa węgla kamiennego oraz omawia wpływ rozwoju technologii ścianowej na wielkość wydobycia oraz bazę zasobów w Polsce. G.Smolnik przedstawia rozwój ścianowego systemu eksploatacji pokładów węgla z zawalaniem skał stropowych w USA, natomiast A.Kiełtyka przedstawia możliwości wykorzystania wyników analizy krzyżowej w budowaniu scenariuszy rozwoju na przykładzie systemów kształcenia kadry dla przemysłu maszynowego.

W rozdziale „Jakość, Certyfikacja, Normalizacja, Zarządzanie” zamieszczamy dwa artykuły dotyczące: zapewnienia jakości produkcji urządzeń przeznaczonych do pracy w przestrzeniach zagrożonych wybuchem w aspekcie wymagań normy PN-EN 13980:2004 oraz problematyki zarządzania komunikacyjnego i istoty tworzenia sieci powiązań informacyjno-komunikacyjnych wspomagającej realizację projektu.

Zachęcamy także Państwa do zapoznania się z recenzjami trzech monografii wydanych w Instytucie Techniki Górniczej KOMAG.

Życząc Państwu przyjemnej lektury zapraszamy tradycyjnie do współpracy z redakcją naszego kwartalnika.

Redaktor Naczelny
dr inż. Antoni Kozieł

Spis treści

Contents

PROJEKTOWANIE I BADANIA

- Prostański D., Bałaga D., Rojek P., Sedlaczek J.:
Powietrzno-wodna instalacja zraszająca do kombajnów górniczych – rozwiązanie ciągle doskonałe 3

TRANSPORT I ODSŁAWA

- Drwięga A., Janas S., Suffner H.: Zagadnienia bezpieczeństwa transportu kolejkami spagowymi i podwieszonymi w wyrobiskach nachylnych 13

SZYBY I MASZYNY WYCIĄGOWE

- Wolny S.: Obciążenia zawieszonych naczyń podczas rozruchu górniczego urządzenia wyciągowego na tle przeprowadzonego eksperymentu 19

FORESIGHT

- Sikora W.: Wyzwania i tendencje rozwojowe w mechanizacji górnictwa węgla kamiennego 25
- Smolnik G.: Z marginesu na szczyt – rozwój ścianowego systemu eksploatacji pokładów węgla w USA w ciągu trzech dekad 32
- Kieltyka A.: Wykorzystanie krzyżowej analizy wpływów w projektach foresight na przykładzie kadr dla przemysłu maszynowego 40

JAKOŚĆ, CERTYFIKACJA, NORMALIZACJA, ZARZĄDZANIE

- Zajac R., Figiel A.: Zapewnienie jakości produkcji urządzeń przeznaczonych do pracy w przestrzeniach zagrożonych wybuchem w aspekcie wymagań normy PN-EN 13980:2004 46
- Skolud B., Dymarek E.: Zarządzanie komunikacyjne – ważność wewnętrznych sieci informacyjno-komunikacyjnych 52

WARTO PRZECZYTAĆ

- Podgórska M.: Opis monografii 58
- Tematyczny wykaz artykułów opublikowanych w „Maszynach Górniczych” w 2008 roku 61

Na okładce: Próby sprawdzające kurtyny powietrzno-wodnej, zabudowanej na kombajnie chodnikowym typu R-200

DESIGNING AND STUDIES

- Prostański D., Bałaga D., Rojek P., Sedlaczek J.:
Air-and-water spraying system for roadheaders and shearers – solution which is still improved 3

TRANSPORT AND CONVEYING SYSTEM

- Drwięga A., Janas S., Suffner H.: Problems of safety of transportation with the use of floor-mounted railways and suspended monorails in inclined workings 13

SHAFTS AND HOISTING MACHINES

- Wolny S.: Loading of suspensions of conveyances during start-up of mining hoisting machine against a background of conducted experiment 19

FORESIGHT

- Sikora W.: Challenges and development tendencies in mechanization of hard coal mining industry 25
- Smolnik G.: From the margin to the top – development of longwall mining system for coal seams in the USA within three decades 32
- Kieltyka A.: Use of cross analysis of impacts in foresight projects on the example of human resources for machine industry 40

QUALITY, CERTIFICATION, STANDARDIZATION, MANAGEMENT

- Zajac R., Figiel A.: Ensuring the quality of manufacturing of equipment designed for operation in areas of explosion hazard in the aspect of requirements of PN-EN 13980:2004 Standard 46
- Skolud B., Dymarek E.: Communication management – importance of internal information-and-communication networks 52

WORTH TO READ

- Podgórska M.: Monography description 58
- List of papers published in „Mining Machines” in 2008 61

On front cover: Trials for verification of air-and-water curtain installed on R-200 roadheader

Powietrzno-wodna instalacja zraszająca do kombajnów górniczych – rozwiązanie ciągle doskonałe

Streszczenie

W artykule omówiono opracowane w ITG KOMAG rozwiązania zraszania powietrzno-wodnego z wykorzystaniem sprężonego powietrza, przeznaczone dla kombajnów górniczych ścianowych i chodnikowych. Podano przebieg i wyniki badań stanowiskowych tych rozwiązań. Przedstawiono także aktualny stan ich wdrożenia oraz ewolucję tych rozwiązań, będącą wynikiem zdobywanych doświadczeń podczas eksploatacji w polskich kopalniach, maszyn wyposażonych w te instalacje.

Summary

Solutions of air-and-water spraying with the use of compressed air, designed for longwall shearers and roadheaders, which were developed at the KOMAG Institute of Mining Technology, were discussed in the paper. Realization and results of stand tests of this solutions were presented. Present condition of implementation of these solutions and their evolution, which is a result of gained experience during mining in Polish collieries, were also presented.

1. Wstęp

Zalety zraszania powietrzno-wodnego, zwłaszcza z wykorzystaniem sprężonego powietrza, stanowiły inspirację do podjęcia prac nad jego wdrożeniem do instalacji zwalczających zagrożenia pyłowe i metanowe, w górniczych kombajnach ścianowych i chodnikowych. Wykorzystanie w instalacji zraszającej wody pod niewielkim ciśnieniem oraz sprężonego powietrza, zapewnia bardzo dobre i równomierne rozdrobnienie kropel wody w strumieniach powietrzno-wodnych wyrzucanych przez dysze, co ma niezwykle istotne znaczenie dla skuteczności jej działania. Prowadzi to także do zmniejszenia ilości wody w urobku oraz poprawy komfortu pracy przez obniżenie poziomu wilgotności oraz poprawę wentylacji w wyrobisku.

W powietrzno-wodnych instalacjach zraszających wykorzystywane są zarówno dysze standardowe, zasilane wcześniej wytworzoną w odpowiednich mieszalnikach mieszaniną powietrzno-wodną, jak i specjalnie opracowane dysze dwuczynnikiowe, w których mieszanie czynników wody i sprężonego powietrza, następuje dopiero wewnątrz dysz. Badania i obserwacje wskazują jednoznacznie, że zdecydowanie korzystniejsze parametry strumienia powietrzno-wodnego osiągane są przy zastosowaniu dysz dwuczynnikiowych.

W ITG KOMAG od kilku lat realizowane są prace naukowo-badawcze i wdrożeniowe zmierzające do zastosowania instalacji powietrzno-wodnej do kombajnów ścianowych i chodnikowych, jako środka zapobiegającego zagrożeniom pyłowym i metanowym powstają-

cym w procesie urabiania tymi maszynami. W wyniku tych prac powstały nowe koncepcje rozwiązań instalacji zraszających, które po poprzedzających ich wdrożenie wszechstronnych badaniach, w coraz szerszym zakresie znajdują zastosowanie w polskim górnictwie w produkowanych w kraju kombajnach ścianowych, a ostatnio także chodnikowych.

2. Koncepcje instalacji powietrzno-wodnego zraszania przeznaczone do kombajnów ścianowych i chodnikowych

Istota rozwiązania opracowanej w ITG KOMAG powietrzno-wodnej instalacji [2] do kombajnów ścianowych polega na zastosowaniu dwóch układów zraszania:

- zewnętrznego, zabudowanego na ramionach, wytwarzającego izolującą od otoczenia kurtynę wodną wokół każdego z organów urabiających kombajnu,
- wewnętrznego, zraszającego wodnymi lub powietrzno-wodnymi strumieniami, wytryskującymi z dysz osadzonych w specjalnych obsadach (lub uchwytach nożowych) rozmieszczonych na płatach i tarczy ociosowej w organach; takie ułożenie dysz realizuje metodę zraszania zanożowego (strumień zraszający podawany jest na tylną ściankę ostrza noża i na bruzdę jego skrawania).

Obydwa układy zraszania, zarówno dla lewego ramienia i organu oraz prawego ramienia i organu zasilane są wodą doprowadzaną z rurociągu p.poż. (poprzez zestaw filtracyjny) za pomocą pompy podnoszącej ciś-

nienie. Z pompy woda płynie do maszyny magistralą złożoną najpierw z przewodów 50 mm, a następnie w zastawkach przewodami 32 mm. Powietrze zaś doprowadzane jest do poszczególnych układów zraszania bezpośrednio z magistrali, najpierw o średnicy 50 mm, a w zastawkach o średnicy 32 mm, zasilanej sprężarką umieszczoną w chodniku przyścianowym. W ścianie, przed doprowadzeniem do maszyny, obydwie magistrale złożone z przewodów o średnicy 32 mm, ułożone są w układaku przewodów przemieszczającym się w zastawkach przenośnika ścianowego. Na maszynie znajduje się instalacja rozprowadzająca poszczególne czynniki do dysz zraszających oraz do systemu chłodzenia kombajnu. W instalacji zabudowane są mieszalniki czynników zraszania, odpowiednie zawory, czujniki przepływu i ciśnienia oraz wskaźniki ich wielkości.

Opracowane rozwiązanie dla kombajnu chodnikowego to sprzężony z podestem zestaw osłoniętych baterii zraszających [6], który składa się z ośmiu baterii rozmieszczonych po cztery względem kombajnowego wysięgnika w układzie zbliżonym do zwróconych do siebie liter „C”. W sumie zestaw składa się z dwóch baterii do zraszania górnej powierzchni organu, dwóch baterii do zraszania dolnej powierzchni urabiającego organu oraz z dwóch baterii usytuowanych z każdej ze stron wysięgnika do zraszania czołowych powierzchni organu. Dodatkowo między górnymi bateriami zastosowano 3 dysze (bateria centralna) osadzone na górnej powierzchni wysięgnika. Takie rozmieszczenie baterii powoduje, że zabudowane w nich dwuczynnikowe zraszające dysze swoimi strumieniami obejmują cały obwód urabiającego organu, stwarzając swoim działaniem szczelną powietrzno-wodną kurtynę, obejmującą i izolującą obszar pracy urabiającego organu. W każdej z baterii woda i sprężone powietrze przepływają niezależnymi kanałami aż do dysz, gdzie następuje wymieszanie czynników, a następnie wyrzucenie ich w formie rozpylonego aerozolu w kierunku organu urabiającego.

Powietrzno-wodna kurtyna kombajnu chodnikowego jest zasilana wodą wykorzystywaną wcześniej w układzie chłodzenia, dzięki czemu w znaczący sposób zmniejszona zostaje ilość zużywanej wody przez maszynę. Woda do kombajnu dostarczana jest z rurociągu p.poż. lub pompy znajdującej się w urabianym chodniku. Powietrze sprężone do kurtyny dostarczane jest przewodami łączącymi ją ze sprężarką ulokowaną w drażonym chodniku. Podobnie jak dla kombajnu ścianowego na maszynie ulokowana jest instalacja rozprowadzająca i kontrolująca poszczególne czynniki zraszania, złożona z odpowiednich zaworów (redukcyjnych, zwrotnych i bezpieczeństwa), progowych czujników ciśnienia, regulatorów przepływu i czujników przepływu wody.

3. Zakres przeprowadzonych prób i badań, poprzedzających wdrożenie instalacji powietrzno-wodnych w warunkach eksploatacyjnych

Wykonanie i wdrożenie nowej powietrzno-wodnej instalacji poprzedzone było bardzo szerokimi i wszechstronnymi testami oraz badaniami stanowiskowymi, które między innymi obejmowały:

- symulacje komputerowe przewidywanych rozwiązań,
- badania stanowiskowe dwuczynnikowych dysz zraszających [4],
- próby stanowiskowe w ITG KOMAG doświadczalnego układu zraszania z ramienia RW-250MZ kombajnu ścianowego i z jego organu oraz próby stanowiskowe kombajnu chodnikowego wyposażonego w kurtynę powietrzno-wodną w REMAG-u,
- nowatorskie badania stanowiskowe skuteczności działania nowej koncepcji zraszania, w aspekcie gaszenia i zapobieganiu zapłonowi gazu zarówno w zastosowaniu do kombajnu ścianowego, jak i kombajnu chodnikowego.

Symulacje komputerowe przeprowadzone w ITG KOMAG miały na celu przede wszystkim określenie najkorzystniejszego rozmieszczenia dysz dwuczynnikowych na ramieniu kombajnu ścianowego lub baterii zraszających sprzężonych z pomostem w kombajnie chodnikowym, w aspekcie utworzenia kurtyny izolującej organ urabiający.

Próby i badania oryginalnego ramienia kombajnu ścianowego wraz z organem urabiającym, bądź też kombajnu chodnikowego, wyposażonych w powietrzno-wodny układ zraszający miały na celu pierwsze sprawdzenie działania nowej koncepcji.

Kolejne badania przeprowadzone zostały na specjalnie zbudowanym stanowisku badawczym w akredytowanym laboratorium KD „Barbara” [1], gdzie zabudowano ramię ścianowego kombajnu typu KSW-460NE wraz z organem urabiającym wyposażone w powietrzno-wodną instalację. Zespoły te były częścią kombajnu przewidzianego do pracy w KWK „Pniówek”. Badania te, nowatorskie w polskim górnictwie, miały na celu ocenę skuteczności działania tej instalacji pod kątem skuteczności gaszenia płomieni palącego się gazu oraz zapobiegania powstawaniu zapłonów gazu. Wielokrotnie przeprowadzone testy pokazały, że zastosowana instalacja jest zdolna natychmiast zgasić płomień zapalonego gazu, jak również nie dopuszcza do powstania zapłonu gazu podczas inicjowanych za pomocą główek zapalczyczych iskier w atmosferze wprowadzonego gazu.

Podobne badania zostały przeprowadzone na tym samym stanowisku, gdzie zabudowano wysięgnik kombajnu chodnikowego R-200 wyposażonego w kurtynę

powietrzno-wodną wraz z poprzecznym organem urabiającym (bez zraszania sektorowego) [5]. Wielokrotnie przeprowadzone testy pokazały, że zastosowana kurtyna jest zdolna niemal natychmiast (do 5 s) zgasić płomień zapalonego gazu, jak również nie pozwala na powstanie zapłonu gazu podczas inicjowania iskier za pomocą główek zapalczych w atmosferze gazu wprowadzonego w obszar organu urabiającego.

Pozytywne wyniki podanych powyżej przeprowadzonych testów i badań powierzchniowych, ostatecznie zdecydowały o podjęciu decyzji o wdrożeniu do eksploatacji tych rozwiązań.

4. Wdrożenie i doskonalenie instalacji powietrzno-wodnych

Rozwiązania instalacji powietrzno-wodnych w wyniku przeprowadzonych testów i badań powierzchniowych oraz zdobywanych doświadczeń eksploatacyjnych, były ciągle doskonalone i na bieżąco wprowadzane do produkowanych kombajnów. Dotyczy to zwłaszcza układu hydraulicznego instalacji, który odgrywa istotną rolę w tych rozwiązaniach, a jego elementy zapewniają prawidłowy przepływ i rozdział czynników zraszania oraz kontrolę ich parametrów.

4.1. Ewolucja rozwiązania w kombajnach ścianowych

Jako miejsce prób i badań eksploatacyjnych prototypowej powietrzno-wodnej instalacji zraszającej (rys. 1.) wytypowano ścianę nr W-9 w pokładzie nr 357/1 w KWK „Pniówek” [3], gdzie 14 sierpnia 2006 r. nastąpiło uruchomienie kombajnu typu KSW-460NE produkcji Zabrzeńskich Zakładów Mechanicznych S.A. Zbudowana na kombajnie instalacja umożliwiała dwuvariantową jej pracę, jako zraszającą w układzie powietrzno-wodnym lub jako standardowej typowo wodnej (rys. 2). Wybór sposobu zraszania realizowany był poprzez przesterowanie odpowiednich zaworów na maszynie, na dopływie powietrza oraz wody. Brak właściwego ciśnienia lub właściwego natężenia przepływu któregośkolwiek z czynników w instalacji powietrzno-wodnej (wodnej) jest zasygnalizowany przez odpowiedni czujnik i powoduje zatrzymanie pracy kombajnu.

Po wybraniu ściany W-9 kombajn wdrożono do pracy kolejno ścianach W-10 i W-8 zlokalizowanych w tym samym pokładzie. Każdorazowa zmiana lokalizacji kombajnu poprzedzana była przeprowadzeniem przeglądu technicznego maszyny na powierzchni, w czasie którego modernizowano instalację zraszającą pod kątem jej uproszczenia i poprawienia skuteczności działania, opierając się na spostrzeżeniach i doświadczeniach uzyskanych w czasie wcześniejszej eksploatacji. W sumie instalacja była trzykrotnie modernizo-

wana. W efekcie instalacja ułożona na maszynie uległa znaczącemu uproszczeniu, poprzez zmniejszenie ilości czujników i zaworów redukcyjnych oraz dzięki innemu ich usytuowaniu w instalacji. Ostateczną wersję schematu hydraulicznego instalacji zastosowanej w kombajnie KSW-460NE eksploatowanym w KWK „Pniówek” pokazano na rysunku 3.

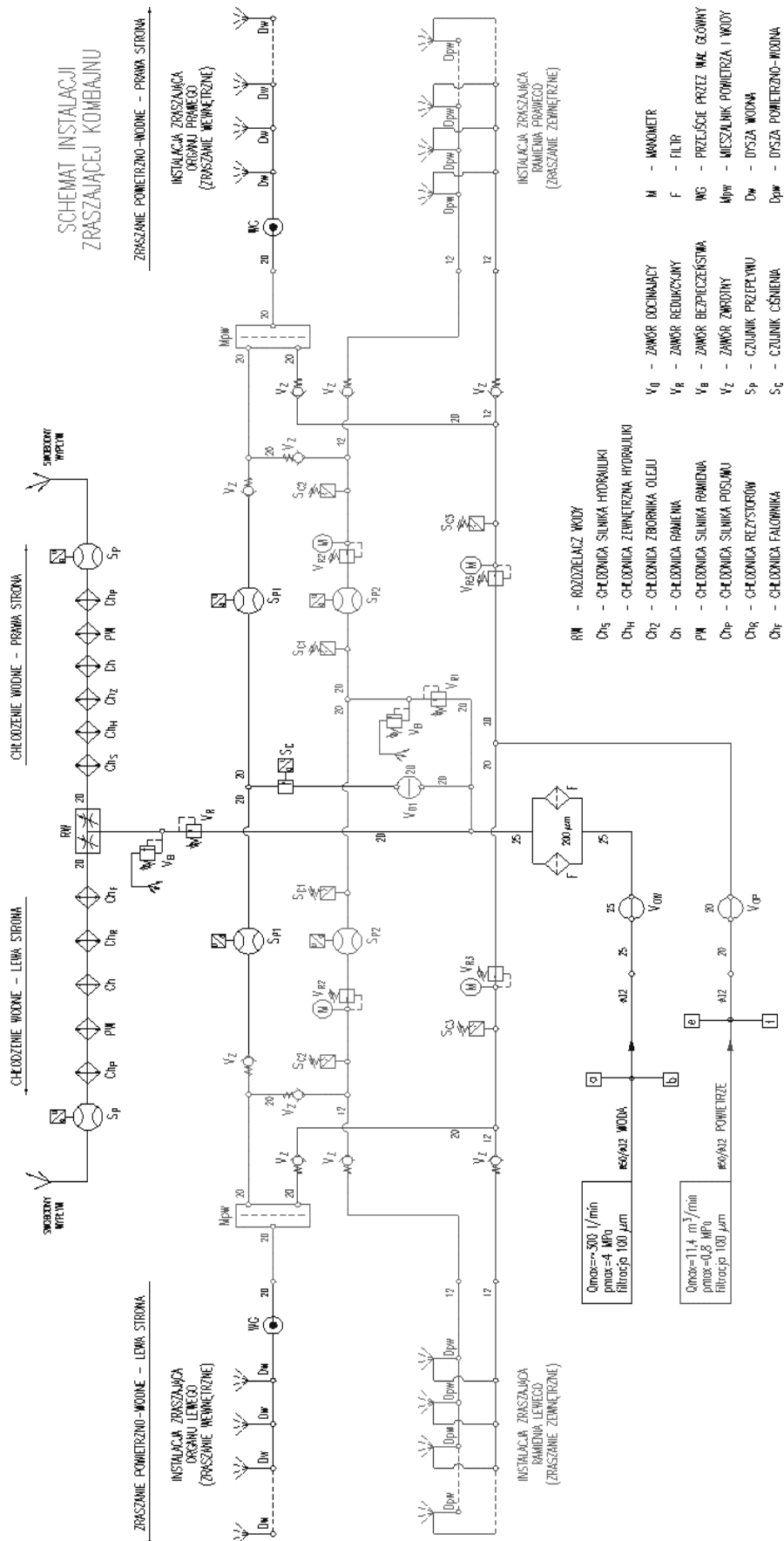


Rys.1. Działająca instalacja powietrzno-wodna kombajnu ścianowego typu KSW-460NE

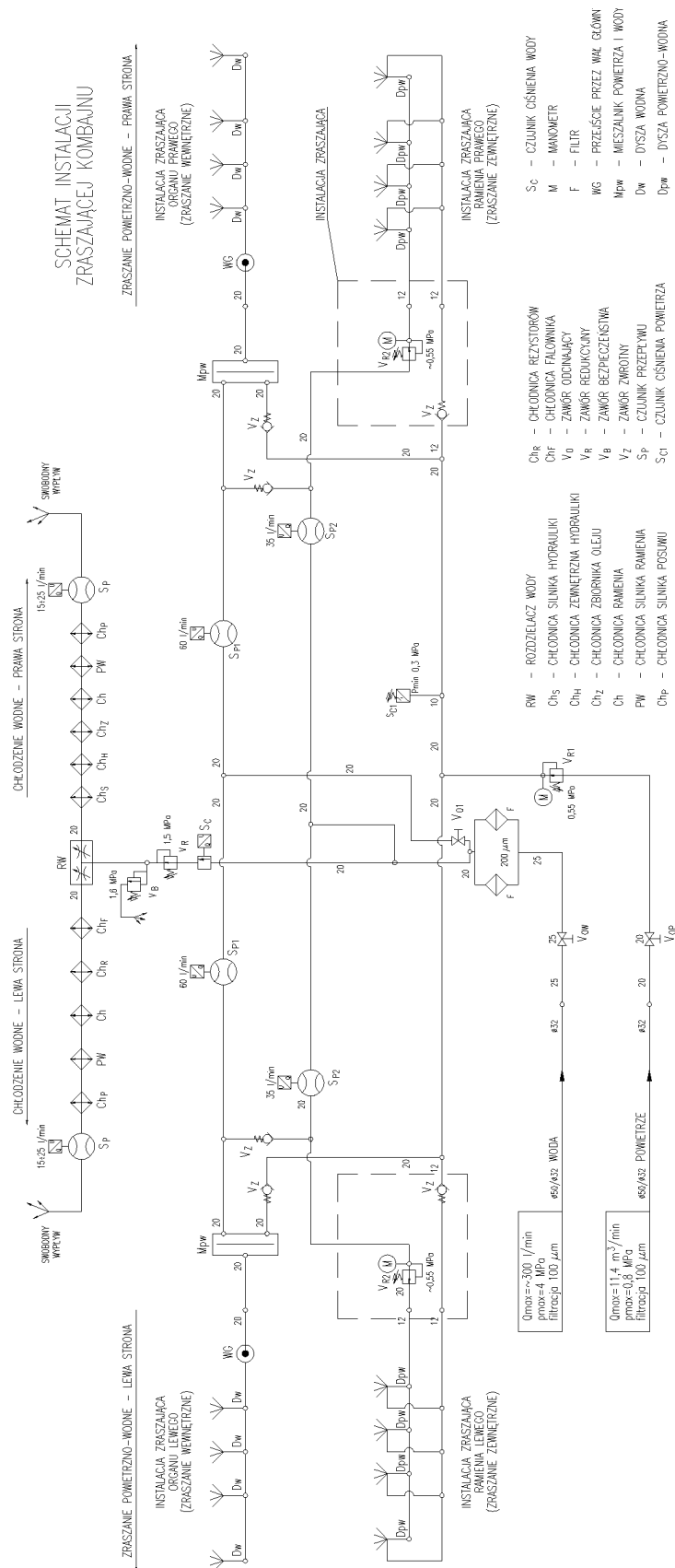
W marcu 2008 roku w KWK „Budryk” wdrożono kolejny kombajn typu KSW-460NE wyposażony w instalację powietrzno-wodną z wykorzystaniem sprężonego powietrza (rys. 4). Zastosowana w nim instalacja uległa dalszej modernizacji (w porównaniu do zastosowanej w KWK „Pniówek”) pod względem korzystniejszego rozprządzenia czynników na maszynie oraz w zakresie ułożenia elementów instalacji pod kątem lepszego ich zabezpieczenia przed uszkodzeniami.

Dobre wyniki pracy powietrzno-wodnej instalacji w kombajnach typu KSW-460NE oraz wysoka skuteczność w zwalczaniu płomieni i zapłonu gazu uzyskana podczas testów stanowiskowych, spowodowały wzrost zainteresowania tym rozwiązaniem ze strony kopalń. Efektem tego była decyzja o wprowadzeniu tego rozwiązania także do innych typów kombajnów ścianowych produkowanych w Zabrzeńskich Zakładach Mechanicznych S.A. Producent zwrócił się do ITG KOMAG o opracowanie takiego rozwiązania do nowych typów kombajnów o symbolach KSW-880EU i KSW-1140EZ.

W wyniku podjętych prac na początku drugiej połowy 2008 roku opracowano kolejną udoskonaloną wersję instalacji powietrzno-wodnej (rys. 5) dostosowaną do kombajnu KSW-880EU z ramionami typu R-300. Dzięki nowatorskiemu rozwiązaniu wprowadzonemu do tej instalacji, jej układ hydrauliczny potrafi się w sposób samoczynny przystosować do pracy, jako wodna instalacja zraszająca, zachowując odpowiednią niezbędną skuteczność działania. Sytuacja taka powstaje z chwilą nieprzewidywalnej przerwy w zasilaniu sprężonego powietrza lub w przypadku zaistnienia po-



Rys.2. Schemat hydrauliczny prototypowej powietrzno-wodnej instalacji zraszającej do kombajnu ścianowego typu KSW-460NE urabiającego w KWK „Pniówek”



Rys.3. Ostateczna wersja schematu powietrzno-wodnej instalacji zraszającej do kombajnu typu KSW-460NE w KWK „Pniówek”



trzeby zastosowania alternatywnego zraszania tylko wodnego. W momencie przypadkowego lub celowego odcięcia zasilania instalacji sprężonym powietrzem, następuje samoczynne przesterowanie się układu hydraulicznego instalacji na zraszanie wodne, działające głównie w formie instalacji wewnętrznej z organów urabiających. Takie działanie instalacji uzyskano dzięki zastosowaniu bliźniaczych zaworów zwrotnych o działaniu przemiennym sterowanych sprężonym powietrzem. Ponadto w układzie zasilania dysz dwuczynnikowych, zlokalizowanych na kombajnowych ramionach zastosowano regulatory przepływu mające za zadanie ograniczyć ilość doprowadzanej wody do części tych dysz (rys. 4). Zapewnia to w przypadku zraszania tylko wodnego, dynamiczny wypływ wody z pierwszych dwóch dysz na każdym ramieniu, a jednocześnie nie pozwala na zatkanie dysz pozostałych.

Aktualnie opracowywana jest w ITG KOMAG taka sama wersja instalacji powietrzno-wodnej, jak dla kombajnu KSW-880EU, z przeznaczeniem dla kombajnu dużej mocy typu KSW-1140EZ.

4.2. Wdrożenie w kombajnach chodnikowych

Korzystne wyniki badań i pozytywne efekty pracy powietrzno-wodnej instalacji w zastosowaniu do kombajnu ścianowego, wzbudziły zainteresowanie tego rodzaju rozwiązaniem, u producenta kombajnów chodnikowych w firmie REMAG S.A. Zaowocowało to nawiązaniem współpracy z ITG KOMAG, w wyniku czego od marca 2007 r. przystąpiono do opracowania zraszania powietrzno-wodnego dla kombajnów chodnikowych typu R-200.

W wyniku tych prac powstała dokumentacja konstrukcyjna powietrzno-wodnej kurtyny zraszającej, w oparciu o którą w miesiącach lipcu i sierpniu 2007 r. wykonano jej prototyp, a następnie zabudowano ją na kombajnie chodnikowym typu R-200 (rys. 6).



Rys.6. Widok na działającą kurtynę powietrzno-wodną, zabudowaną na kombajnie chodnikowym typu R-200

Kombajn R-200 wyposażony w nową instalację zraszającą złożoną z powietrzno-wodnych baterii zraszających, wyposażonych w opracowane w ITG KOMAG dwuczynnikowe dysze typu STK-R [4], został pokazany na ekspozycji firmy REMAG S.A. podczas Międzynarodowych Targów Górnictwa, Przemysłu Energetycznego i Hutniczego KATOWICE 2007.

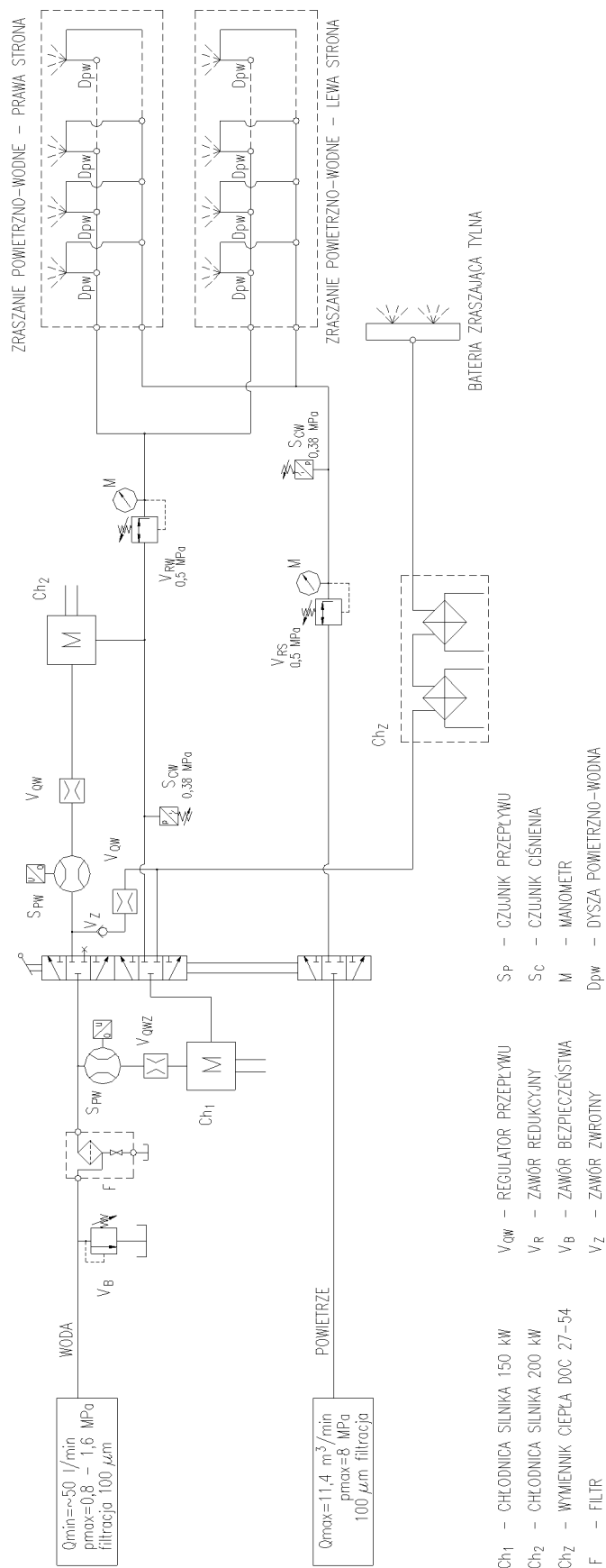
Na rysunku 7 przedstawiono schemat hydrauliczny kurtyny powietrzno-wodnej w zastosowaniu do kombajnu chodnikowego typu R-200. Instalację kurtyny włączono w obieg wodny kombajnu, wprowadzając do instalacji rozdzielacz sterowany ręcznie, który umożliwia odcięcie wody zasilającej kurtynę powietrzno-wodną, gdy zachodzi taka potrzeba (w czasie postoju kombajnu). Wówczas obieg wodnej instalacji chłodzącej działa nadal, chłodząc silnik główny napędowy oraz zasilając wymienniki ciepła, a następnie woda chłodząca wypływa na spąg przez tylne baterie zraszające skierowane na przesyp przenośnika kombajnu [6].

Po przeprowadzeniu wspomnianych wcześniej, z wynikiem pozytywnym testach, w zakresie zwalczania zagrożeń gazowych, kombajn ten został wdrożony w grudniu 2008 r. do pracy w wyrobisku chodnikowym drążonym w kopalni „Murcki”. Przed przekazaniem kombajnu kopalni, przeprowadzono we wrześniu ostateczne próby stanowiskowe instalacji na terenie firmy REMAG S.A., mające na celu ustalenie parametrów czynników zraszania na maszynie oraz określenie wartości progowych tych parametrów pod kątem zadziałania czujników wyłączających kombajn.

Dalsze plany rozszerzenia zakresu stosowania tego rozwiązania przewidują wdrożenie kurtyny powietrzno-wodnej w kombajnie chodnikowym typu KR-150 produkcji REMAG S.A.

5. Podsumowanie

Analizując przedstawiony powyżej dotychczasowy zakres, przebieg wdrożenia oraz wyniki badań i pracy powietrzno-wodnych rozwiązań systemów zraszania w polskich kombajnach górniczych, można stwierdzić, że jest to rozwiązanie wciąż rozwojowe, mogące znacząco poprawić bezpieczeństwo i komfort pracy górników w wyrobiskach urabianych kombajnami w polskich kopalniach węgla kamiennego. Istotnymi zaletami tego rozwiązania są: wysoka skuteczność w zwalczaniu zagrożeń wynikających z wypływu lub zapłonu gazu w trakcie urabiania oraz wzrost skuteczności zwalczania zapylenia powstającego w wyniku procesu urabiania, przy jednoczesnych korzyściach wynikających ze znaczącego zmniejszenia ilości zużywanej wody, w porównaniu do metod dotychczas stosowanych.



Rys.7. Schemat hydrauliczny instalacji kurtyny powietrzno-wodnej zastosowanej w kombajnie chodnikowym typu R-200

Dotychczasowe doświadczenia, zwłaszcza eksploatacyjne, nowo opracowanych rozwiązań zraszania powietrzno-wodnego z wykorzystaniem sprężonego powietrza pokazały również, że wciąż można doskonalić te rozwiązania, szczególnie w obszarze ich układów hydraulicznych zabudowanych na maszynie.

Literatura

1. Lebecki K., Prostański D., Sedlaczek J., Zellner E.: Wyniki pilotażowych badań nowej instalacji powietrzno-wodnego zraszania na kombajnach ściarnowych, w aspekcie gaszenia i zapobiegania zapłonom gazu. Przegląd Górniczy nr 7-8/2006. Lipiec-sierpień 2006.
2. Pieczora E., Prostański D., Rojek P., Sedlaczek J.: Nowa koncepcja zraszania powietrzno-wodnego do zwalczania zapylenia i zagrożenia metanowego. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie – miesięcznik WUG nr 3. Marzec 2007.
3. Prostański D., Rojek P., Bałaga D., Wiśniarz D., Mentlik K.: Badania i ocena wdrożenia powietrzno-wodnej instalacji zraszającej kombajnu KSW-460NE. Referat na konferencję CMG KOMAG pt. „Innowacyjne i bezpieczne maszyny i urządzenia dla górnictwa węgla kamiennego”, Szczyrk, listopad 2007.
4. Prostański D., Rojek P., Sedlaczek J.: Nowe rozwiązania dysz zraszających dla górnictwa opracowane w CMG KOMAG. Referat na konferencję CMG KOMAG pt. „Innowacyjne i bezpieczne maszyny i urządzenia dla górnictwa węgla kamiennego”, Szczyrk, listopad 2007.
5. Prostański D., Bałaga D., Rojek P., Sedlaczek J.: Wyniki badań stanowiskowych kurtyny powietrzno-wodnej do kombajnu R-200. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie – miesięcznik WUG nr 8, sierpień 2008.
6. Staniczek F., Trzęsimiech K., Puchała B., Prostański D., Rojek P., Bałaga D.: Kurtyna powietrzno-wodna kombajnu chodnikowego R-200. Referat na konferencję CMG KOMAG pt. „Innowacyjne i bezpieczne maszyny i urządzenia dla górnictwa węgla kamiennego”. Szczyrk, listopad 2007.

Artykuł wpłynął do redakcji w marcu 2009 r.

Recenzent: prof.dr hab.inż. Adam Klich

Zagadnienia bezpieczeństwa transportu kolejkami spągowymi i podwieszonymi w wyrobiskach nachylonych

Streszczenie

Bezpieczeństwo transportu w wyrobiskach nachylonych to kluczowe zagadnienie, mające swoje odzwierciedlenie w przepisach i zastosowanych rozwiązaniach praktycznych. W niniejszym artykule omówiono problematykę bezpieczeństwa transportu związaną z hamulcami i wózkami hamulcowymi stosowanymi w transporcie kolejkami górnymi w wyrobiskach nachylonych, oraz perspektywę zastosowania kamery do obserwacji trasy podczas jazdy w trybie manewrowego pchania, gdy ładunek lub platforma przesłania pole widzenia. Poruszono problematykę przepisów w powyższej tematyce i wskazano na zaistniałe luki w związku z ciągłym rozwojem urządzeń. W 2009 r. planowana jest przez ITG KOMAG nowelizacja normy PN-G-46860, dlatego naświetlenie w artykule sygnalizowanych zagadnień może być wstępem do szerszej dyskusji na ten temat.

Summary

Safety of transportation in inclined workings is a key problem which is reflected in regulations and used practical solutions. Problems of transportation safety as regards brakes and braking cars, which are used in transportation with the use of mining railways in inclined workings, and intention of using the camera for observation of track during manoeuvring pushing mode, when a load or platform blocks the field of vision, were discussed in the paper. Problems of regulations associated with above mentioned subject matter and gaps arising from continuous development of equipment were taken up. Amendment of PN-G-46860 Standard is planned by the KOMAG Institute of Mining Technology in 2009. That is why a presentation of above mentioned problems in the paper can be an introduction to a discussion as regards this subject matter.

1. Uwarunkowania przepisów i norm

Nie trzeba nikogo przekonywać, że duże masy transportowane na nachyleniu stwarzają potencjalnie ogromne zagrożenie dla operatorów ciągników i pracowników przebywających w rejonie pracy kolejek. Konstruktorzy muszą spełnić dla hamulców tych urządzeń szereg kryteriów określonych w przepisach bezpieczeństwa i higieny pracy [1]. W § 561 pkt 4 stanowi, że zestaw środków transportowych kolejki podwieszanej lub spągowej, poruszający się po torach o nachyleniach jednokierunkowych, powinien posiadać wózek hamulcowy lub inne urządzenie hamowania awaryjnego, umieszczone na końcu tego zestawu od strony upadu. Punkt 5 tegoż paragrafu mówi, że gdy nachylenie drogi transportu jest dwukierunkowe, to wózki hamulcowe i inne urządzenia hamowania awaryjnego umieszcza się na początku i na końcu zestawu środków transportowych. Z kolei wprowadzony nowelizacją, w 2006 r. pkt 6 odnosi się do kolejek spągowych, w których stosowane są zaczepy samozaciskowe liny, a poszczególne elementy zestawu połączone są między sobą sprzęgami konstrukcji specjalnej oraz dwiema linami bezpieczeństwa.

W przypadku takich właśnie kolejek, można stosować jeden wózek hamulcowy usytuowany w dowolnym

miejscu zestawu transportowego, a przepisów według pkt 4 i 5 nie stosuje się.

W załączniku nr 4 do „Przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy” w pkt. 6.10.6 określa się współczynnik pewności hamowania wynikający z nominalnej mocy i nominalnych obrotów, jako nie mniejszy niż 1,3 oraz, że przyspieszenie hamowania nie może być większe niż 10 m/s^2 . W pkt. 6.11.2 mówi się o wyposażeniu zestawu transportowego do jazdy ludzi kolejką podwieszoną w dwa wózki hamulcowe. Z kolei zapis w pkt. 6.11.3 dotyczący stosowania wózków hamulcowych w kolejce podwieszanej podczas jazdy ludzi stanowi, że wózki hamulcowe mają działać samoczynnie po przekroczeniu prędkości $3 \text{ m/s} \pm 0,2 \text{ m/s}$, a współczynnik pewności hamowania statycznego winien wynosić 1,5.

Zauważmy, że zapis ten nie odnosi się do maksymalnej prędkości transportu, która jest określona w § 555 pkt 1 i wynosi 2 m/s , a przy dużych nachyleniach i transportowanych masach prędkość taka jest nieosiągalna.

Przykładowo dla nachylenia 20° i transportowanej masy brutto 25 ton, dla osiągnięcia prędkości zaledwie 1 m/s zainstalowany silnik musiałby mieć moc około 130 kW.

Podobne zagadnienia zawarte zostały w Rozporządzeniu Rady Ministrów w sprawie dopuszczania wyrobów do stosowania w zakładach górniczych [2], gdzie w pkt. 3.1.5.11 znajduje się zapis o wózkach hamulcowych, dotyczący kolejek spagowych i podwieszanych. Zapis ten stanowi, że hamulce wózków hamulcowych powinny działać samoczynnie po przekroczeniu prędkości dopuszczalnej, o co najwyżej 1 m/s, jednak nie wyższej niż 3 m/s $\pm 0,2$ m/s i posiadać współczynnik statycznej pewności hamowania co najmniej 1,5 w stosunku do maksymalnej siły staczającej zestaw. Jest to zapis bardziej precyzyjny i w praktyce właśnie na jego podstawie oceniany jest wyrób w postaci kolejki podwieszanej czy spagowej.

Wobec braku spójności przytoczonych przepisów, w praktyce konstruktorzy starają się zapewnić hamowanie awaryjne w oparciu o ostatni przytoczony zapis w Rozporządzeniu Rady Ministrów oraz w oparciu o normę PN-G-46860 „Kopalniane koleje szynowe – Wózki hamulcowe – Wymagania” [4]. Norma ta w pkt. 2.6 precyzuje czas osiągnięcia pełnej siły hamowania od chwili wyzwolenia układu na 0,3 s. Z kolei w pkt. 2.8 znajduje się zapis o przyśpieszeniu hamowania przy minimalnej masie, nie większym niż 9,81 m/s² i nie mniejszym niż 1 m/s² przy maksymalnej dopuszczalnej masie. Jest również zgodne nawiązanie (w odniesieniu do Rozporządzenia RM) do statycznej siły hamowania, która powinna zapewniać, co najmniej 1,5-krotny współczynnik bezpieczeństwa w stosunku do maksymalnej siły staczającej zestaw.

Ponadto mówi się, że siła hamowania powinna zatrzymać maksymalnie obciążony zestaw na odcinku nie dłuższym niż 13 m ± 2 m. Norma zawiera także wymagania odnośnie siły szczęk hamulcowych, która nie powinna różnić się o mniej niż 10% i więcej niż o 20% od nominalnej określonej w DTR urządzenia. Natomiast hamulce awaryjne muszą działać po zaniku zasilania maszyny, na przykład wskutek awarii, dlatego siła hamowania powinna pochodzić od sprężyny.

2. Hamulce kolejek spagowych i podwieszanych, wózki hamulcowe

W kolejkach podwieszonych i spagowych, zarówno z napędem własnym, jak i z napędem linowym stosuje się hamulce, których klocki podczas hamowania są bezpośrednio dociskane do elementów trasy jezdnej. Siła docisku na ogół pochodzi od dźwigniowego układu sprężynowego. Podczas jazdy szczęki hamulcowe, bądź klocki są odwodzone i utrzymywane w tej pozycji za pomocą siłownika hydraulicznego.

Układy tego typu są dość niezawodne, ale i nie pozbawione wad, z których główną jest nieprzewidywalność współczynnika tarcia, zależnego od stanu współ-

pracujących powierzchni. Trasa może być mokra, zanieczyszczona, ze zmienną grubością elementów, z którymi współpracują klocki hamulcowe, co będzie miało wpływ na skuteczność hamowania. Ponadto klocki cierny, mając ograniczoną objętość i powierzchnię kontaktową jest podatny na szybkie nagrzewanie się, co może stanowić źródło zapłonu metanu.

Przytoczone w punkcie 1 artykułu przepisy pozwalają wysnuć wniosek, że wózki napędowo-hamulcowe kolejki podwieszanej nie są traktowane jako wózki hamulcowe. Wózki hamulcowe to dodatkowe niezależne urządzenia stosowane w pewnych okolicznościach. Te okoliczności to głównie transport ludzi kolejką podwieszoną. Przykłady wykonania wózków hamulcowych firm Remasz i Ferrit pokazano na rysunku 1.

a)



b)



Rys.1. Wózek hamulcowy WHR1 a) firmy Remasz, b) BTs firmy Ferrit

Przepisy nie odnoszą się do konfiguracji wozu osobowego w zestawie transportowym. Tymczasem w zależności od położenia wozu osobowego względem wózków napędowo-hamulcowych ciągnika zachodzi olbrzymia różnica w aspekcie bezpieczeństwa podczas hamowania. Przykład wykonania wózka napędowo-hamulcowego w kolejce podwieszanej PIOMA CS-80 pokazano na rysunku 2.

Jeżeli kabina osobowa jest z obu stron zabezpieczona układami pociągowo hamulcowymi ciągnika podwieszanego, to nawet w przypadku zerwania się jednego z cięgien połączeniowych zachodzi pewność zahamowania awaryjnego kabiny osobowej.

Zatem stosowanie dodatkowych wózków hamulcowych można uznać w tej sytuacji za zbędne. Nie bez znaczenia jest również aspekt poprawnego hamowania z uwagi na ograniczoną sztywność trasy podwieszanej. Jeżeli platforma osobowa będzie zabudowana pomiędzy zespołami napędowo-hamulcowymi, a ilość zespołów po obu stronach będzie taka sama, zapewniony będzie optymalny proces hamowania bez tendencji do krzywienia trasy wskutek napierania hamowanej masy wozu osobowego.

Powyższe rozważania prowadzą do wniosku, że nie można rozpatrywać udziału wózków hamulcowych jako niezależnych urządzeń hamujących w bezpieczeństwie układów transportowych kolejek podwieszanych i spągowych bez uwzględnienia urządzeń hamulcowych związanych z ciągnikiem i konfiguracji ładunku.

Przypomnijmy, że każdy ciągnik powinien być wyposażony w hamulce manewrowe, awaryjne i postojowe. Hamulce te powinny być wystarczające dla zabezpieczenia całego składu transportowego. Zachodzi, zatem pytanie, w jakich okolicznościach powinny być wymagane wózki hamulcowe.

Będą to następujące okoliczności:

- W sytuacji, gdy w konstrukcji danego ciągnika przewidziano wózki hamulcowe w funkcji hamulców awaryjnych. W przypadku wózków hamulcowych spągowych mogą one pełnić równocześnie funkcję platformy nośnej, na której posadowiona jest kabina operatora lub inne podzespoły ciągnika.
- W przypadku transportu ludzi kolejką podwieszoną - o czym stanowi odpowiedni przepis. Ale i w tym przypadku należałoby uwzględniać pewne uwarunkowania, o których wspomniano wyżej.
- Do stabilizowania ładunków usytuowanych za maszyną ciągnącą, w sytuacji jazdy po dużym upadzie w dół.

Trzeci z wymienionych aspektów nie znajduje odzwierciedlenia w przepisach i normach. Jednak zastosowanie wózka hamulcowego, zwłaszcza dla kolejek podwieszanych podczas transportu na dużym nachyleniu, na końcu składu transportowego jest jak najbardziej uzasadnione.

Podczas jazdy w dół, w przypadku awaryjnego hamowania ładunek będzie stabilizowany wózkiem hamulcowym, co jest niezwykle istotne na łukowych odcinkach trasy podwieszanej. Trasa podwieszona ma, bowiem znacznie mniejszą sztywność i napieranie

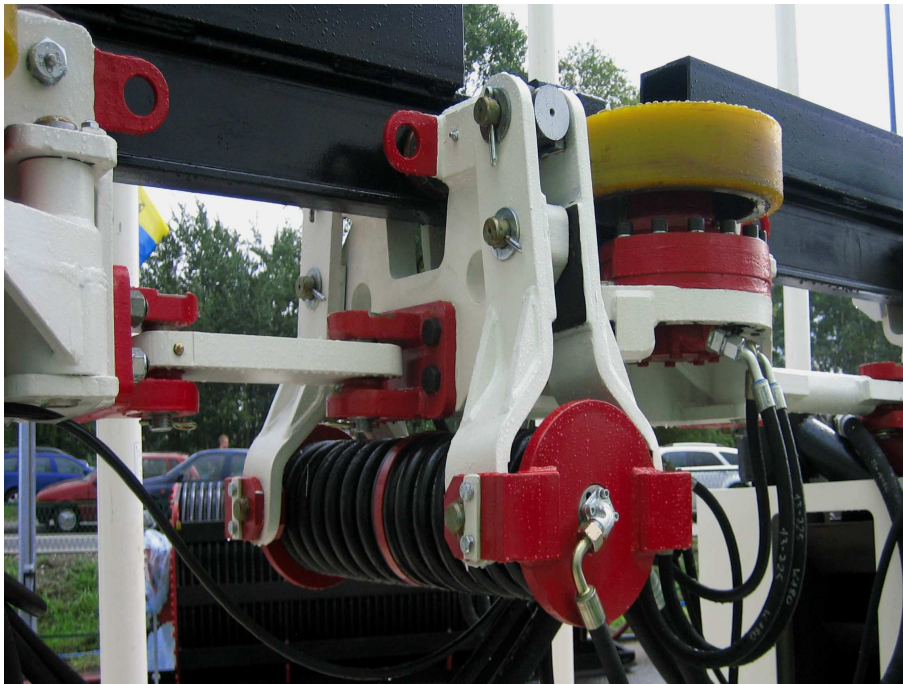
ładunku na hamowany ciągnik może powodować uszkodzenia zawiesi trasy i jej wyboczenie. Podobnie w przypadku transportu kolejką spągową zastosowanie wózka hamulcowego na dużych nachyleniach na końcu składu może być wskazane, chociaż trasa spągowa jest znacznie bardziej stabilna niż podwieszana.

W przypadku zębatych kolejek podwieszonych lub spągowych można wykorzystywać okoliczność sprzężenia zębatego do zastosowania układów hamulcowych wyposażonych w hamulce wielopłytkowe. Zastosowanie układów skojarzonych z zębatką i wykorzystujących hamulce wielopłytkowe jest bardzo korzystne. Proces hamowania jest przeniesiony do wnętrza hamulca, a wydzielane ciepło jest skutecznie i bardzo równomiernie rozpraszane w sporej objętości płytek ciernych hamulca. Współczynnik tarcia, a zatem i moment hamowania jest bardzo stabilny. Stan trasy jezdnej nie ma żadnego znaczenia dla skuteczności hamowania. Siła hamowania jest przekazywana na zębatkę za pośrednictwem koła zębatego lub palcowego.

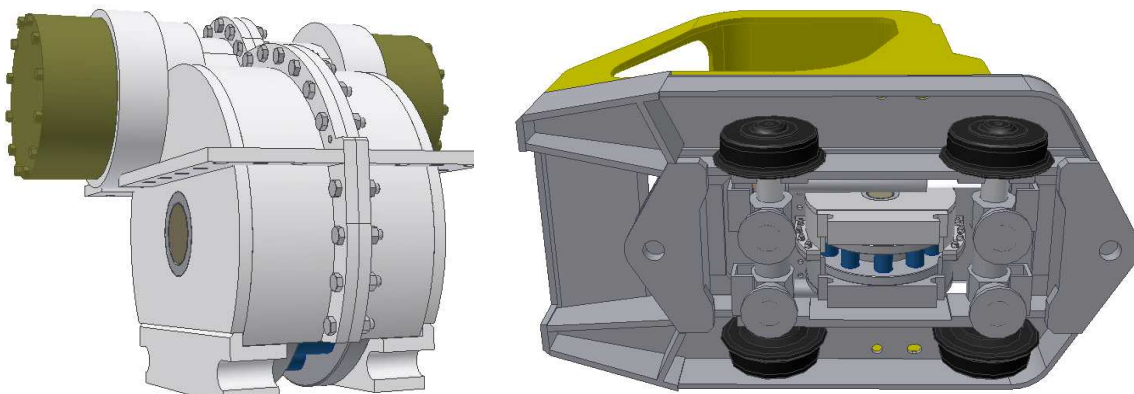
Najkorzystniejszym rozwiązaniem układu hamowania jest przypadek, gdy hamulec jest osadzony bezpośrednio na wale koła zębatego lub palcowego współpracującego z zębatką. Można w tym celu wykorzystywać koło napędowe lub dodatkowe koło palcowe tylko dla funkcji hamowania. Łańcuch kinematyczny drogi przekazania momentu obciążenia hamulca wynikającego z siły hamowania może być wydłużony z przyczyn konstrukcyjnych, takich jak umiejscowienie hamulca w stosunku do koła napędowego, konieczność multiplikacji lub redukcji momentu hamowania. Sprzężenie zębate musi być zabezpieczone przed możliwością wysprzęglenia współpracujących elementów – koła zębatego lub palcowego i listwy zębatkowej w trasie.

Łańcuch kinematyczny powinien być tak zbudowany, aby niemożliwe było rozsprzęglenie się współpracujących elementów, a ponadto posiadać odpowiedni współczynnik bezpieczeństwa. Przykład zespołu hamulcowego z łańcuchem kinematycznym w formie jednostopniowej przekładni zębatej pokazano na przykładzie hamulca kolejki SKZ-81 (rys. 3) [5]. W tym przypadku zastosowanie przekładni zębatej jednostopniowej na drodze od koła palcowego do dwu hamulców wielopłytkowych miało na celu odsunięcie hamulców poza siedzisko operatora oraz multiplikację momentu hamowania. Jako zabezpieczenie przed rozsprzęgleniem się hamulcowego koła palcowego zastosowano podchwyty toczne zabudowane na zestawach kołowych (widoczne na rysunku 3), które współpracują z bocznymi listwami przyspawanymi do zębatego.

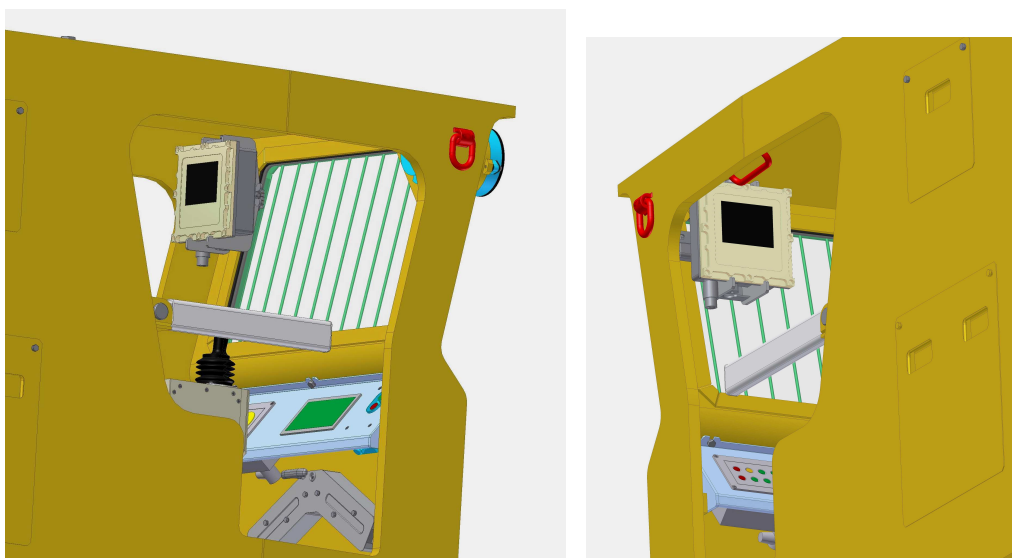
Rozwiązania z hamulcami wielopłytkowymi w funkcji hamulców awaryjnych już na rynku zaistniały, tymczasem przepisy nie uwzględniają tego stanu rzeczy.



Rys.2. Przykład układu hamulcowego kolejki podwieszanej PIOMA CS-120



Rys.3. Układ hamulcowy ciągnika SKZ-81 i jego zabudowa w kabinie operatora [5]



Rys.4. Widok monitora w kabinie (w jej lewym górnym narożu) do obserwacji trasy

Istotne dla hamulców awaryjnych jest to, aby ich działanie było działaniem niezależnym od działania hamulca manewrowego. Aktywowanie hamulca awaryjnego powinno być zrealizowane w sposób uniemożliwiający używanie tego hamulca jako manewrowego.

3. Widoczność trasy podczas transportu

Podczas realizowania prac transportowych często zachodzą okoliczności uniemożliwiające ciągnięcie ładunku za maszyną, wtedy jedyną możliwością jest pchanie ładunku przed maszyną. Planując transport w wyrobiskach oddziałowych zazwyczaj przyjmuje się kierunek priorytetowy, to znaczy kierunek dostawy zasadniczej oraz kierunek powrotny.

Przykładem jest dostarczanie sekcji obudów w rejon ściany. W kierunku zasadniczym maszyna porusza się przodem, ładunek jest zapięty za maszyną ciągnącą, a droga transportu jest w pełni widoczna. W kierunku powrotnym, gdy nie zrealizowano obrócenia składu transportowego platforma, na której transportowano obudowę jest pusta i w zasadzie nie powinna przesłaniać drogi transportu dla operatora. Jednak w przypadku wprowadzenia do zestawu transportowego na przykład wozu osobowego, jego konstrukcja będzie przesłaniać drogę, a w dodatku będzie uniemożliwiać jej oświetlenie.

W zależności od położenia reflektora, snop światła może być całkowicie lub częściowo przesłonięty przez wóz lub ładunek. Jeżeli ładunek przysłania pole widzenia operatora i nie ma możliwości zmiany jego konfiguracji względem maszyny, transport musi być wykonywany z konwojentem przy ograniczonej prędkości.

Ponieważ przepisy i normy nie odnoszą się do kwestii widoczności podczas transportu kolejkami spągowymi i podwieszanymi, logicznym jest wykorzystanie w tym zakresie analogii w odniesieniu do transportu lokomotywami. Przepis podany w załączniku 4 do „Przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy...” w pkt. 6.7.30. odnosi się do lokomotyw i stanowi, że w przypadku pojedynczej kabiny na jednym końcu maszyny, gdy znajdzie się ona po przeciwnej stronie w odniesieniu do kierunku jazdy, powinna być zapewniona widoczność od czoła lokomotywy na długości 15 m, w przeciwnym przypadku jazdę należy wówczas prowadzić z kabiną zwróconą do przodu. Z kolei norma PN-EN 1889-2 „Maszyny dla górnictwa podziemnego – Podziemne maszyny samobieżne – Bezpieczeństwo – Część 2: Lokomotywy szynowe” [3] w pkt. 5.13.6 określa pole widzenia operatora. W pozycji siedzącej operator powinien być w stanie widzieć tory, ociosy i strop wyrobiska w odległości, co najmniej 1 m od czo-

ła lokomotywy do odległości ograniczonej zakresem światła przedniego. W przypadku kabin z jednej strony, minimalna odległość widzenia torów powinna być nie mniejsza niż 5 m od czoła lokomotywy. W tym samym punkcie normy zawarto również uwagę o ewentualności poprawy widoczności za pomocą kamer video oraz monitorów.

W przypadku kolejek spągowych i podwieszanych wszyscy producenci stosują po dwie kabiny operatora, zatem gdy ładunek jest ciągniony, problem braku widoczności nie istnieje, jednak jak wspomniano często zachodzi konieczność pchania ładunków. Wprowadzona ostatnio na rynek kamera video oraz ciekłokrystaliczne wyświetlacze, które spełniają wymagania dyrektywy 94/9/WE (ATEX), umożliwiają ich aplikację do prac transportowych. W rozwiązaniach nowoprojektowanych urządzeń transportowych ITG KOMAG przewidziano już stosowanie kamery w przypadku, gdy ładunek jest pchany. Kamera zintegrowana z reflektorem będzie stanowić przenośny podzespół montowany na początku składu transportowego, gdy ładunek przesłoni pole widzenia operatora.

Monitor będzie stosowany jako urządzenie przenośne, montowane w jednej z kabin. Sytuację taką dla jednej z nowo projektowanych maszyn transportowych przedstawia rysunek 4.

Monitor będzie instalowany zawsze w kabinie zwróconej w kierunku jazdy, częściowo w strefie otworu okiennego, tak aby obraz z monitora, zastępujący obraz widziany przez okno wywoływał właściwe i automatyczne reakcje operatora. Prędkość transportu w takich przypadkach powinna być jednak ograniczona – zwłaszcza wówczas, gdy możliwa jest do osiągnięcia maksymalna dopuszczalna w podziemiach kopalń prędkość.

4. Podsumowanie

Rozwój urządzeń transportowych powoduje konieczność ciągłej nowelizacji przepisów i norm. Wykazano, że w zakresie normy PN-G-46860 dotyczącej wózków hamulcowych istnieje wiele niekonsekwencji i brak ścisłego nawiązania do konkretnych przykładów transportowych, w związku, z czym proponuje się jej głęboko idącą nowelizację zmierzającą do usystematyzowania zagadnienia i ścisłego powiązania z systemami i sytuacjami transportowymi. Prawdopodobnie będzie to implikować w przyszłości adekwatne zmiany w przepisach odnoszących się do bezpieczeństwa transportu.

Stosowanie przenośnej kamery z reflektorem i monitora w kabinie umożliwi w pewnych okolicznościach prowadzenie transportu w wyrobiskach nachylonych

w trybie pchania przed maszyną bez konieczności angażowania konwojenta. Powinno się to przełożyć na wzrost poziomu bezpieczeństwa transportu i jego efektywności.

Literatura

1. Rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych z dnia 28 czerwca 2002 r. – znowelizowane w 2006 r.
2. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30.04 2004 r. w sprawie dopuszczania wyrobów do stosowania w zakładach górniczych (Dz.U. Nr 99, poz. 1003).
3. PN-EN 1889-2 Część 2: „Maszyny dla górnictwa podziemnego – Podziemne maszyny samobieżne – Bezpieczeństwo – Część 2: Lokomotywy szynowe”.
4. PN-G-46860 „Kopalniane koleje szynowe – Wózki hamulcowe – Wymagania”.
5. Dokumentacja techniczno ruchowa W26.067- DTR „Spalinowa kolej zębata-zespół ciągnikowy z podwójnym systemem napędowym” z kwietnia 2004 r.

Artykuł wpłynął do redakcji w marcu 2009 r.

Recenzent: prof.dr inż. Włodzimierz Sikora

Obciążenia zawieszonych naczyń podczas rozruchu górniczego urządzenia wyciągowego na tle przeprowadzonego eksperymentu

Streszczenie

Opracowanie kryteriów projektowania elementów górniczego urządzenia wyciągowego z uwzględnieniem trwałości zmęczeniowej, wymaga wyznaczenia rzeczywistych (dynamicznych) wartości obciążeń. Obciążenie np. zawieszenia naczynia wyznaczono po przeprowadzeniu analizy dynamicznej pracy układu, zweryfikowanej pomiarami obciążeń w tych elementach, w czasie normalnej eksploatacji. Uzyskane rezultaty – wartości obciążeń w zawieszeniach naczyń – zostały podane za pomocą wzorów w formie ogólnej, co pozwoli otrzymane wyniki rozszerzyć na całą gamę urządzeń z maszyną wyciągową na wieży szybowej. Wartości uzyskanych obciążeń mogą być podstawą do przeprowadzenia analizy wytrzymałościowej wyżej wymienionych elementów.

Summary

Development of criteria for designing the components of mining hoisting machine, including fatigue life, requires determination of real (dynamic) values of loads. Load of e.g. conveyance suspension was determined after dynamic analysis of the system, which was verified by measurements of loads in the components during normal exploitation. Obtained results – values of loads in suspensions of conveyances – were given with the use of formulas in a general form, what will enable to extend obtained results to the whole range of equipment with hoisting machine at the hoist tower. Values of obtained loads can be the basis for conducting a strength analysis of above mentioned components.

1. Wstęp

Naczynie wydobywcze (klatka, skip) górniczego urządzenia wyciągowego jest przestrzenną konstrukcją składającą się z elementów belkowych, tarczowych i płytowych, które mają złożoną konfigurację brzegu zewnętrznego, a ponadto posiadają różnego rodzaju wykroje, przeważnie kołowe (trzon główny, głowica, rama dolna), służące do zamocowania między innymi zawieszonych oraz elementów prowadzenia. Rozwiązanie problemu polegające na ustaleniu rozkładu naprężeń oraz współczynników koncentracji w tych elementach, stanowi skomplikowane zadanie teorii sprężystości, gdy tymczasem zgodnie z obowiązującymi przepisami górnictwa [1] wymiarowanie elementów naczynia przeprowadza się metodą naprężeń dopuszczalnych z uwzględnieniem maksymalnego ruchowego obciążenia statycznego.

Potrzebę nowelizacji metod obliczeń wytrzymałościowych elementów urządzenia wyciągowego stwierdzono już przed kilkunastu laty, czemu towarzyszyło podjęcie szeregu prac teoretycznych i badawczych między innymi [4, 5, 8, 9, 10] w zakresie identyfikacji ich obciążenia. Wykazano istotną rozbieżność wartości obciążeń rzeczywistych do przyjmowanych na podstawie obowiązujących wytycznych (aktualnie [1]), zwłaszcza przy wzroście udźwigu, prędkości oraz głębokości ciągnięcia.

W tym stanie rzeczy, przy ograniczonej znajomości stanu naprężenia w elementach urządzenia wyciągo-

wego w stadium projektowania, jak i eksploatacji, prognozowanie czasu ich bezpiecznej pracy, wydaje się bardzo problematyczne, a w niektórych przypadkach nawet niemożliwe.

Aby stało się możliwe stosowanie metod elementów skończonych i stanów granicznych do wymiarowania i oceny bezpieczeństwa tych konstrukcji, a metod wytrzymałości zmęczeniowej do określenia czasu ich bezpiecznej eksploatacji, niezbędne jest między innymi wyznaczenie rzeczywistych obciążeń elementów górniczych urządzenia wyciągowego dla wszystkich możliwych faz pracy układu. Rzeczywiste wartości obciążeń elementów górniczego urządzenia wyciągowego uzyskano po przeprowadzeniu analizy dynamicznej pracy układu w czasie jego normalnej eksploatacji.

2. Obciążenia dynamiczne elementów górniczego urządzenia wyciągowego w czasie jego normalnej eksploatacji

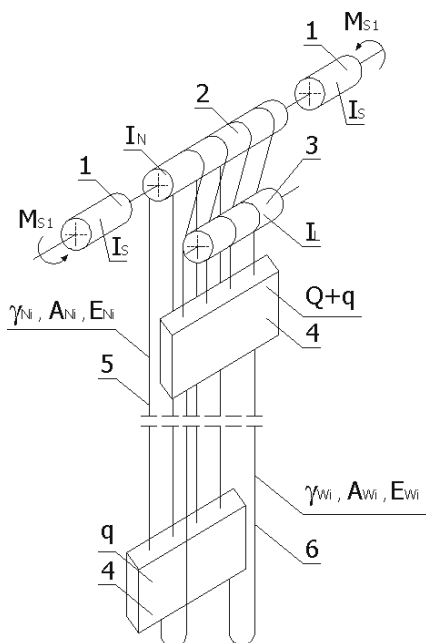
2.1. Model dynamiczny urządzenia wyciągowego

Ponieważ, rozważania zawarte w pracy ograniczono do urządzenia wyciągowego wielolinowego z kołem pędnym w układzie wieżowym z dwoma naczyniami skipowymi i liną wyrównawczą [8, 9], to w czasie załadunku jednego ze skipów drugi jest rozładowywany i odwrotnie, ponadto parametry kinematyczne jazdy w czasie podnoszenia naczynia załadowanego są identyczne jak przy opuszczaniu naczynia pustego. Na

tej podstawie przy określaniu obciążeń elementów górniczego urządzenia wyciągowego uwzględniono:

- prędkość i czas jazdy naczynia opuszczonego jako równą prędkości i czasowi jazdy naczynia podnoszonego i równą odpowiednio V_0 i t_0 ,
- przyśpieszenie i czas rozruchu załadowanego naczynia podnoszonego są równe przyspieszeniu i czasowi rozruchu opuszczanego pustego naczynia i równe odpowiednio a_1 i t_1 ,
- opóźnienie i czas hamowania załadowanego naczynia podnoszonego przy dojeździe do nadszybia są równe opóźnieniu i czasowi hamowania opuszczonego naczynia pustego przy dojeździe do podszybia i odpowiednio równe a_2 i t_2 .

Analizę dynamiczną, jak to już wcześniej zaznaczono, ograniczono do urządzenia wyciągowego wielolinowego z kołem pędnym w układzie wieżowym z dwoma naczyniami skipowymi i liną wyrównawczą, którego schemat przedstawiono na rysunku 1.



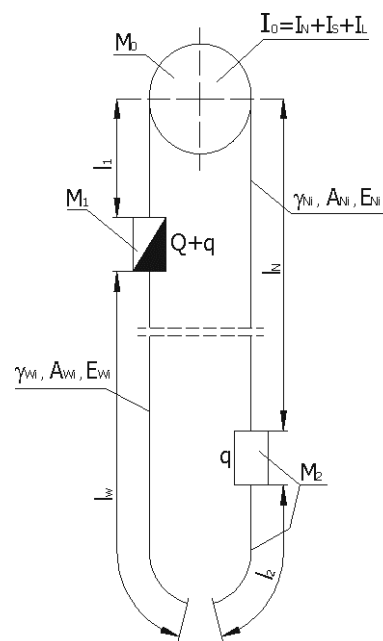
Rys.1. Schemat urządzenia wyciągowego

W układzie fizycznym przedstawionego wyciągu występują:

- 1 - wolnoobrotowe silniki prądu stałego, których moment bezwładności tworników wynosi I_S ,
- 2 - wielolinowe koło pędne o średnicy D i momencie bezwładności I_N ,
- 3 - zespół kół odchylających o momencie bezwładności I_L ,
- 4 - naczynia skipowe o masie q i ładowności Q , z których górne jest załadowane,
- 5 - gałęzie równolegle ułożonych lin nośnych o gęstości liniowej γ_N i sztywności na rozciąganie $A_N E_N$,
- 6 - gałęzie równolegle ułożonych lin wyrównawczych o gęstości liniowej γ_W i sztywności na rozciąganie $A_W E_W$.

Wirniki silników połączone krótkimi sztywnymi wałami z kołem pędnym poruszają się ruchem obrotowym. Ruchem obrotowym poruszają się ponadto odcinki lin nośnych, przylegające w danej chwili do koła pędnego na łuku równym połowie obwodu koła. Naczynia skipowe oraz gałęzie lin nośnych i wyrównawczych poruszają się ruchem postępowym.

Ograniczając się do najbardziej interesującego dla praktyki ruchowej przypadku położenia naczyń skipowych, jak na rysunku 1, gdy jedno z nich znajduje się w okolicy nadszybia, a drugie w okolicy podszybia (rozruch z podszybia, hamowanie przy dojeździe do nadszybia) wyciąg będzie można zastąpić modelem jak na rysunku 2.



Rys.2. Model urządzenia wyciągowego

W przyjętym modelu:

$$M_0 = \frac{G_0}{g}, M_i = \frac{1}{g} (G_i + q_i \cdot l_i) (i=1,2)$$

gdzie:

G_1, G_2, G_0 – ciężary naczyń i ciężar zredukowany części wirujących wyciągu, łącznie z kołami kierującymi.

Masy krótkich odcinków lin l_1 (między naczyniem górnym a kołem pędnym) i l_2 (pod naczyniem dolnym do nawrotu w rzapiu) wliczono w całości do naczyń.

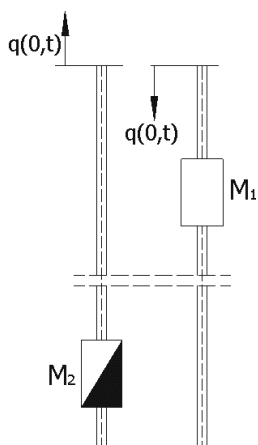
W modelu według rysunku 2 poczyniono następujące uproszczenia:

- koło pędne, koła linowe i tworniki silników elektrycznych potraktowano jako jedną masę sztywną o momencie bezwładności $I_0 = I_L + I_N + I_S$, ze względu na dużą sztywność na skręcanie i małą długość wału napędowego na podstawie rozważań zawartych w [5, 6].
- oba naczynia potraktowano jako sztywne,

- pominięto tłumienie wewnętrzne w linach z uwagi na krótki czas trwania rozpoczętego procesu (rozruch lub hamowanie),
- przez pętle liny wyrównawczej na nawrocie nie są przenoszone drgania z jednej strony na drugą, co pozwala na rozdzielenie zamkniętego układu mas modelu (rys. 2) w tym miejscu.

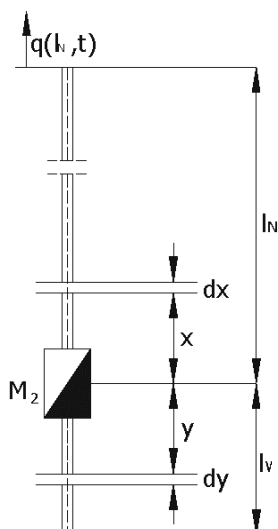
2.2. Obciążenia lin nośnych górniczego urządzenia wyciągowego dla przypadku rozruchu układu

Zagadnienie w punkcie 2.1 ulega znacznemu uproszczeniu, jeżeli zostanie założona funkcja prędkości jednego końca liny, w tym przypadku – masy M_0 (rys. 2). Układ z rysunku 2 rozpada się wtedy na dwa niezależne, jak na rysunku 3. Istnieją powody do przyjęcia takiego uproszczenia oparte na doświadczeniu [5, 6]. Nowoczesne urządzenia wyciągowe posiadają z reguły napędy o dużej mocy i sztywnych charakterystykach i są w stanie podtrzymać prędkości według z góry założonego wykresu jazdy.



Rys.3. Rozdział modelu wyciągu na dwa niezależne układy w przypadku zadanej prędkości koła pędnego

Dla przypadku podnoszenia masy M_2 (pełne naczynie) z dolnego skrajnego położenia, rozpatrzmy więc model układu jak na rysunku 4. Funkcję opisującą przemieszczenie górnego końca liny nośnej (przemieszczenie obwodowe koła pędnego) oznaczmy przez $q(t)$.



Rys.4. Model wyciągu zadaną funkcją prędkości górnego końca liny

Wyznaczenie przemieszczeń i odkształceń przekrojów poprzecznych lin nośnych i wyrównawczych od momentu rozpoczęcia procesu podnoszenia pełnego naczynia z podszybia sprowadza się do rozwiązania równań [2, 3]:

$$\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} - a_N^2 \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 v(y,t)}{\partial t^2} - a_W^2 \frac{\partial^2 v(y,t)}{\partial y^2} = 0 \quad (2)$$

przy następujących warunkach brzegowych:

$$x=0; M_2 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = A_N E_N \frac{\partial u}{\partial x} - A_W E_W \frac{\partial v}{\partial y} \quad (3a)$$

$$x=l_N; u(x,t)=q(t) \quad (3b)$$

$$y=0; u(x=0,t)=v(y=0,t) \quad (3c)$$

$$y=l_W; \frac{\partial v(y,t)}{\partial y} = 0 \quad (3d)$$

oraz zerowych warunkach początkowych,

gdzie:

$u(x,t)$, $v(y,t)$ – przemieszczenia dowolnych przekrojów poprzecznych lin (nośnych i wyrównawczych) oddalonych (dla $t=0$) o x i y od nieruchomych układów współrzędnych związanych z masą M_2 ; przemieszczenia te są liczone w nieruchomych układach współrzędnych, których początki w chwili $t=0$ pokrywają się z masą M_2 ,

l_N – długość lin nośnych,

l_W – długość lin wyrównawczych podwieszonych do naczynia w jego skrajnym dolnym położeniu,

$A_N E_N$, $A_W E_W$ – sztywność na rozciąganie odpowiednio lin nośnych i wyrównawczych,

a_N , a_W – prędkość rozprzestrzeniania się fali sprężystego odkształcenia odpowiednio w linach nośnych i wyrównawczych,

$q(t)$ – jest znaną funkcją czasu.

Rozwiązania równań (1) i (2) poszukujemy w postaci [2, 3, 10]:

$$u(x,t) = \varphi\left(t - \frac{x}{a_N}\right) + \psi\left(t + \frac{x}{a_N}\right) \quad (4a)$$

$$v(y,t) = f\left(t - \frac{y}{a_W}\right) + g\left(t + \frac{y}{a_W}\right) \quad (4b)$$

Po uwzględnieniu (4a) i (4b) w związkach (3) wyznaczono postacie funkcji φ , ψ , f i g w różnych przedziałach zmienności x,t oraz y,t , które pozwoliły na podanie ogólnych wzorów analitycznych na przemieszczenia i naprężenia odpowiednio dla liny nośnej i wyrównawczej. W opracowaniu ograniczono się do poda-

nia zależności na przemieszczenie przekroju poprzecznego liny nośnej:

$$u(x,t) = \frac{1}{2}a_1(t + \frac{x-l_N}{a_N})^2 + a_1[\frac{1}{2}(t - \frac{x+l_N}{a_N})^2 - \frac{2}{h_2}(t - \frac{x+l_N}{a_N}) + \frac{2}{h_2^2}e^{-h_2(t - \frac{x+l_N}{a_N})}]\sigma_0(t - \frac{x+l_N}{a_N}) + a_1\left[-\frac{1}{2}(t - \frac{x+3l_N}{a_N})^2 + \frac{4}{h_2}(t - \frac{x+3l_N}{a_N}) - \frac{8}{h_2^2} + \frac{8}{h_2^2}e^{-h_2(t - \frac{x+3l_N}{a_N})} + \frac{4}{h_2}(t - \frac{x+3l_N}{a_N})e^{-h_2(t - \frac{x+3l_N}{a_N})}\right]\sigma_0(t - \frac{x+3l_N}{a_N}) + a_1\left[\frac{1}{2}(t + \frac{x-3l_N}{a_N})^2 - \frac{2}{h_2}(t + \frac{x-3l_N}{a_N}) + \frac{2}{h_2^2} - \frac{2}{h_2^2}e^{-h_2(t + \frac{x-3l_N}{a_N})}\right]\sigma_0(t + \frac{x-3l_N}{a_N}) + a_1\left[-\frac{1}{2}(t + \frac{x-5l_N}{a_N})^2 + \frac{4}{h_2}(t + \frac{x-5l_N}{a_N}) - \frac{8}{h_2^2} + \frac{8}{h_2^2}e^{-h_2(t + \frac{x-5l_N}{a_N})} + \frac{4}{h_2}(t + \frac{x-5l_N}{a_N})e^{-h_2(t + \frac{x-5l_N}{a_N})}\right]\sigma_0(t + \frac{x-5l_N}{a_N}) + \dots$$

gdzie:

$$h_2 = \frac{A_N E_N}{M_2 a_N};$$

$A_N E_N$ – sztywność na rozciąganie lin nośnych,

M_2 – masa naczynia i urobku,

a_N – prędkość rozprzestrzeniania się fali sprężystego odkształcenia w linach nośnych.

W warunkach brzegowych uwzględniono trapezowy wykres jazdy urządzenia, przyjmując dla etapu rozruchu:

$$\frac{dq(t)}{dt} = a_1 t \quad (6)$$

gdzie : a_1 – przyspieszenie rozruchu urządzenia wyciągowego.

Przemieszczenie załadowanego naczynia z dolnego położenia (podszybia) podczas rozruchu urządzenia wyznaczyć można z zależności (5) podstawiając za $x=0$. Natomiast przemieszczenia górnego końca liny jest równe:

$$u(x=l_N, t) = \frac{1}{2}a_1 t^2, \quad (7)$$

co łatwo sprawdzić, podstawiając w zależności (5) za $x=l_N$.

Zmiana naprężenia w dowolnym przekroju poprzecznym lin nośnych, podczas fazy rozruchu pełnego naczynia z dolnego poziomu załadowczego (podszybia) określona jest zależnością:

$$\Delta\sigma_{l_N}(x,t) = \frac{\partial u(x,t)}{\partial x} E_N = E_N \frac{a_1}{a_N} \left(t + \frac{x-l_N}{a_N}\right) + E_N \frac{a_1}{a_N} \left\{ \left(t - \frac{x+l_N}{a_N}\right) - \frac{2}{h_2} + \frac{2}{h_2} e^{-h_2(t - \frac{x+l_N}{a_N})} \right\} \cdot \sigma_0\left(t - \frac{x+l_N}{a_N}\right) + E_N \frac{a_1}{a_N} \left\{ \left(t - \frac{x+3l_N}{a_N}\right) - \frac{4}{h_2} + \frac{4}{h_2} e^{-h_2(t - \frac{x+3l_N}{a_N})} + 4\left(t - \frac{x+3l_N}{a_N}\right) e^{-h_2(t - \frac{x+3l_N}{a_N})} \right\} \cdot \sigma_0\left(t - \frac{x+3l_N}{a_N}\right) + E_N \frac{a_1}{a_N} \left\{ \left(t + \frac{x-3l_N}{a_N}\right) - \frac{2}{h_2} + \frac{2}{h_2} e^{-h_2(t + \frac{x-3l_N}{a_N})} \right\} \cdot \sigma_0\left(t + \frac{x-3l_N}{a_N}\right) + E_N \frac{a_1}{a_N} \left\{ \left(t + \frac{x-5l_N}{a_N}\right) - \frac{4}{h_2} + \frac{4}{h_2} e^{-h_2(t + \frac{x-5l_N}{a_N})} + 4\left(t + \frac{x-5l_N}{a_N}\right) e^{-h_2(t + \frac{x-5l_N}{a_N})} \right\} \cdot \sigma_0\left(t + \frac{x-5l_N}{a_N}\right) + \dots \quad (8)$$

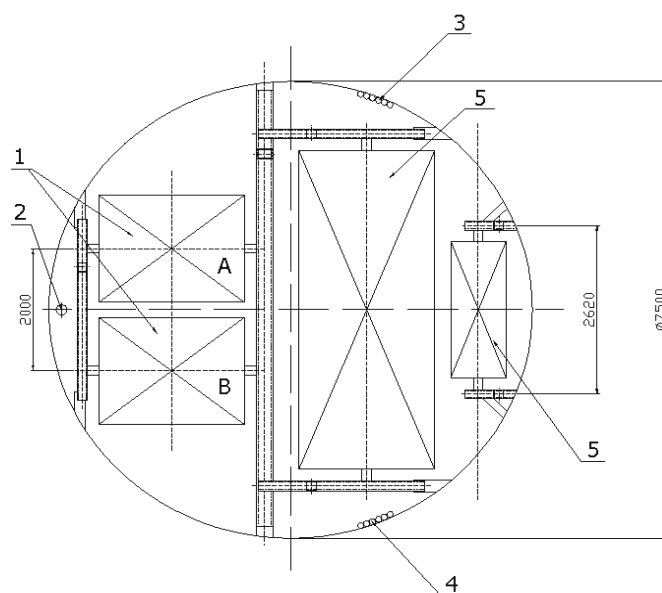
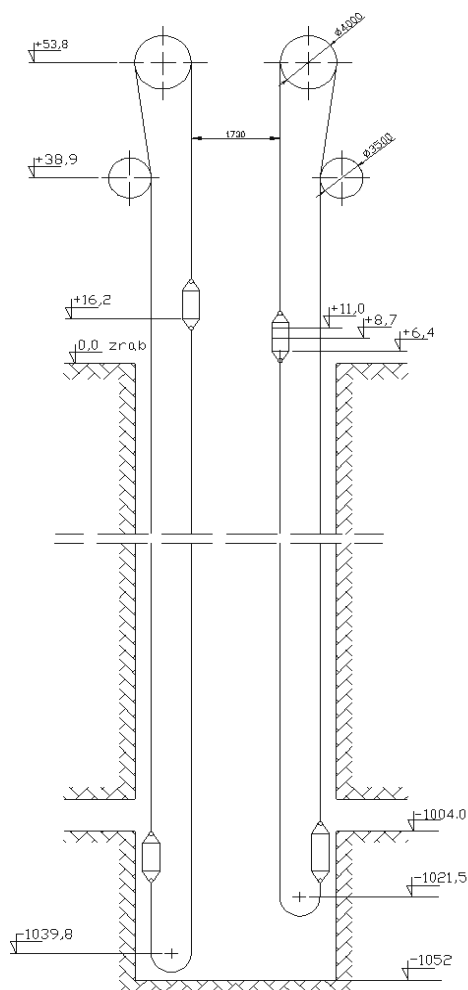
3. Pomiary sił w zawieszeniach naczynia, na obiekcie rzeczywistym w warunkach normalnej eksploatacji

Uzyskane rezultaty przeprowadzonej analizy teoretycznej zweryfikowano doświadczalnie, przeprowadzając pomiary sił w wybranych elementach górniczego urządzenia wyciągowego, w warunkach normalnej eksploatacji, na obiekcie rzeczywistym w jednym z szybów polskiej kopalni.

3.1. Główne dane techniczne górniczego urządzenia wyciągowego na którym przeprowadzono eksperyment

Główne dane techniczne górniczego urządzenia wyciągowego, którego schemat przedstawiono na rysunku 5 (przedział skipowy):

Typ maszyny	4L-4000/2900
Napęd, silnik prądu stałego	2900 kW
Obroty znamionowe silnika	77 obr/min
Prędkość maksymalna skipu	$v = 16$ m/s
Masa kompletnego, pustego naczynia z zawieszeniem	$m_{ku} = 16500$ kg
Masa użyteczna	$m_u = 17000$ kg
Momenty bezwładności elementów obrotowych	(GD^2)
a) moment zamachowy bębna	$GD_B^2 = 1868,8$ kNm ²
b) moment zamachowy wirnika silnika	$GD_S^2 = 1275,3$ kNm ²
c) moment zamachowy kół kierujących,	$GD_K^2 = 474$ kNm ²



Rys.5. Schemat górniczego urządzenia wyciągowego, na którym przeprowadzono eksperyment

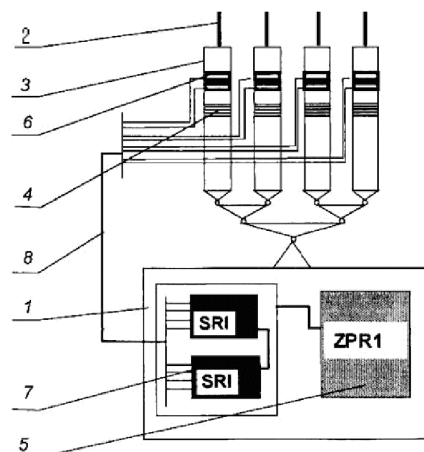
1 – naczynia wyciągowe – skipy A i B, 2 – rurociąg sprężonego powietrza, 3 – kable energetyczne 6 sztuk 3x18,5, 4 – kable sygnalizacyjne 12 sztuk 4x1,5, 5 – klatka trzypiętowa, 6 – przeciwcieżar

3.2. Stanowisko pomiarowe do rejestracji sił w zawieszeniach naczynia górniczego urządzenia wyciągowego

Schemat stanowiska pomiarowego do rejestracji sił w zawieszeniach naczynia przedstawiono na rysunku 6 [7]. Pomiary przeprowadzono przy użyciu tensometrycznych czujników siły WSP o następujących danych technicznych:

- zakres pomiarowy - 100 kN,
- napięcie wyjściowe - 5 V,
- klasa dokładności - 0,6,
- zasilanie mostka - 5 V.

Do rejestracji sygnałów zastosowano zestaw ZPR-1 zasilany z akumulatora typu HP 2,6-12 V. Sygnały pomiarowe z ośmiu czujników (po dwa na jedno cięgno) próbkowano z częstotliwością 40 kHz. Zarejestrowane z poszczególnych kanałów sygnały zostały konwertowane do plików tekstowych, zsumowane i poddane dalszej obróbce za pomocą programu Matlab 5.2. W trakcie wszystkich pomiarów rejestrowano prędkość obwodową na kole pędnym.



Rys.6. Schemat toru pomiarowego i rozmieszczenia czujników siły

1 – głowica skipu, 2 – lina nośna, 3 – cięgno zawieszenia, 4 – wkładka regulacyjna, 5 – rejestrator ZPR1, 6 – czujnik WSP, 7 – skrzynka rozgałęźna SRI, 8 – kable ekranowane

3.3. Rezultaty przeprowadzonych pomiarów sił w zawieszeniach naczynia w warunkach normalnej pracy górniczego urządzenia wyciągowego

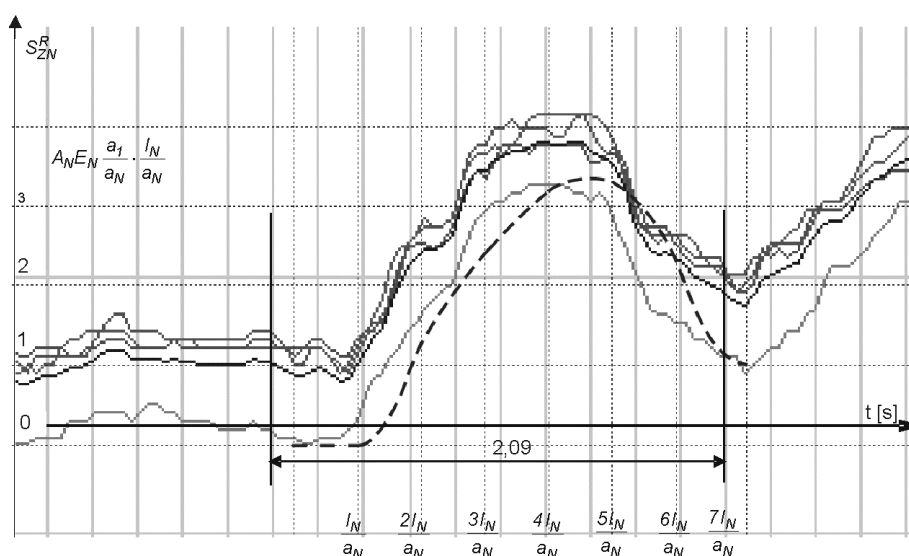
W opracowaniu ograniczono się do przedstawienia rezultatów pomiarów sił w zawieszeniach górniczego

urządzenia wyciągowego dla przypadku rozruchu pełnego naczynia z podszybia z przyspieszeniem a_1 .

Na rysunku 7 liniami kolorowymi przedstawiono rzeczywistą zmianę obciążenia zawieszonych naczynia czteroliniowego podczas rozruchu pełnego naczynia z podszybia z przyspieszeniem a_1 . Natomiast linią przerywaną przedstawiono zmianę obciążenia zawieszona naczynia przypadającego na jedną linię nośną, uzyskanego na drodze rozważań teoretycznych według zależności:

$$S_{ZN}^R = A_N \cdot \Delta\sigma_{I_N}(x = I_N, t) \quad (9)$$

gdzie: $\Delta\sigma_{I_N}(x = I_N, t)$ według zależności (8).



Rys.7. Wykres zmiany obciążenia zawieszona naczynia (pełnego) podczas jego podnoszenia z dolnego poziomu załadowczego z przyspieszeniem a_1 : - obciążenia uzyskane na drodze teoretycznej przypadające na jedną linię zawieszona czteroliniowego (linia przerywana), - obciążenie rzeczywiste zawieszona naczynia (w poszczególnych linach) uzyskane drogą pomiarów (linia ciągła)

4. Podsumowanie

Wyniki przeprowadzonych pomiarów – ograniczone w pracy do pomiarów sił w zawieszona naczyni – korespondują z wynikami przeprowadzonych symulacji – w analizowanych fazach pracy urządzenia wyciągowego – opartych na rezultatach przeprowadzonej analizy dynamicznej.

Różnica w przebiegach czasowych mierzonych i wyznaczonych na drodze teoretycznej wartości wielkości charakteryzującej proces rozruchu i hamowania naczynia – sił w zawieszona naczyni w skrajnych przypadkach nie przekracza kilku procent (rys. 7).

Literatura

1. Dziennik Ustaw nr 99, poz. 1003. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 kwietnia 2004 r. „W sprawie dopuszczenia wyrobów do stosowania w zakładach górniczych”.

2. Gutowski R.: Dynamika i drgania układów mechanicznych. PWN, Warszawa 1986.
3. Kaliski S. i in.: Drgania i fale. PWN, Warszawa 1987.
4. Klich A., Wolny S.: Możliwość ograniczenia sił wzajemnego oddziaływania naczynia i zbrojenia. Projekty – Problemy Budownictwo Górnicze Nr 1, Katowice 1978.
5. Knop H.: Wybrane zagadnienia z dynamiki urządzeń wyciągowych. ZN AGH. Elektryfikacja i Mechanizacja Górnictwa i Hutnictwa. Z. 67, Kraków 1975.
6. Niestierow A.P.: O приведении распределенных масс канатов моноканатной подомной установки. Вопросы Рудничного Транспорта. Вых. 10 „Нидра”, Москва 1967.

7. Płachno M., Rataj W. i in.: Wydłużenie czasu eksploatacji lin nośnych urządzeń wyciągowych szybów R-I, R-II, R-III poprzez udoskonalenie systemu pomiarów, oceny i regulacji obciążeń lin. Praca naukowo-badawcza. KTL-AGH. Kraków 1999 (nie publikowana).
8. Wolny S.: Theoretical and experimental analysis of Loads in mining tub suspensions in the condition of operational braking of a mine hoist facility. Archives Mining Sciences, vol. 46 and 2, Kraków 2001, pp. 19-36.
9. Wolny S.: Dynamic Loading of mining hoist elements in the view of the experiment performer during regular operation of the Real objekt. Archives Mining Sciences, vol. 46 and 2, Kraków 2001, pp. 149-172.
10. Wolny S.: Dynamic Loading of mining hoist elements in the condition of emergency braking. The Archive of Mechanical Engineering. Vol. XLIX. N.3. 2002.

Artykuł wpłynął do redakcji w marcu 2009 r.

Recenzent: prof.dr hab.inż. Adam Klich

Wyzwania i tendencje rozwojowe w mechanizacji górnictwa węgla kamiennego

Streszczenie

W artykule przedstawione zostały wyzwania i kierunki, jakie stoją przed techniką górnictwem, ażeby sprostać kryteriom postawionym przez program Unii Europejskiej „Czyste technologie węglowe”. Omówiono wpływ rozwoju technologii ścianowej na wielkość wydobycia oraz scharakteryzowano bazę zasobów w Polsce. Omówiono istniejący poziom techniczny w zakresie stosowania i wykorzystania maszyn ścianowych oraz zaprezentowano tendencje rozwojowe w kombajnowej technologii ścianowej oraz wyzwania i tendencje rozwojowe w mechanizacji górnictwa węgla kamiennego.

Summary

Challenges and trends, which mining technology has to face to meet the criteria of the European Union programme “Clean coal technologies”, were presented in the paper. Impact of development of longwall technology on a size of output was discussed and base of resources in Poland was characterized. Existing technological level as regards the use of longwall machines was discussed and development tendencies as regards longwall shearer technology as well as challenges and development tendencies as regards mechanization of hard coal mining industry were presented.

1. Wprowadzenie

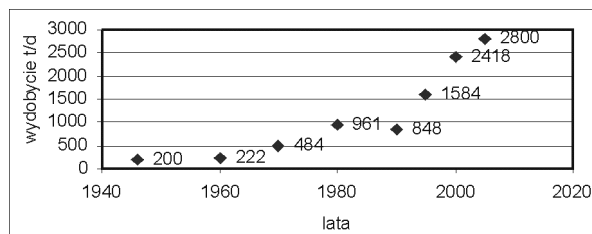
Sytuacja energetyczna w świecie, a także w Europie i w Polsce skłania do nowego spojrzenia na udział węgla w zaspokajaniu potrzeb energetycznych. Potrzeby udziału węgla w produkcji energii pociągają za sobą konieczność nowego spojrzenia na sposoby wykorzystania węgla, bardziej przyjaznego środowiska, przy zdecydowanie większej sprawności wykorzystania oraz przy takiej jego przemianie, która uczyni go łatwiejszym i wygodniejszym w użytkowaniu.

Przykładem takiego nowego podejścia jest program UE pt. „**Czyste technologie węglowe**” – rozwój technologii czystej konwersji energetycznej węgla i innych paliw kopalnych. Jednakże ażeby realizować wszelkie programy innowacyjnego wykorzystania węgla trzeba go najpierw wydobyć na powierzchnię. Kryterium efektywności wydobycia jest jednym z podstawowych warunków konkurencyjności nośników energii. Technika górnictwa musi nadążać za potrzebami w zakresie dostarczania węgla po cenach, gwarantujących konkurencyjność finalnego produktu takiego jak np. energia elektryczna czy gaz.

2. Wpływ rozwoju technologii ścianowej na wielkość wydobycia

W dalszej części artykułu przedstawione zostaną wyzwania i kierunki, jakie stoją przed techniką górnictwem, ażeby sprostać postawionym kryteriom. Nie startujemy oczywiście od zera. Przemysł nasz ma już wypracowane doświadczenia na bazie których progno-

zuje się dalszy rozwój techniki, głównie poprzez rozwój mechanizacji procesów produkcyjnych, podporządkowanych zasadniczej filozofii nowoczesnego górnictwa, tj. koncentracji wydobycia we wszystkich ogniach procesu produkcji węgla. Podstawowym miernikiem koncentracji jest wielkość wydobycia z przodka ścianowego. Nasz przemysł, podobnie jak to obserwujemy za granicą, od kilku dziesięcioleci zmierza do tego celu. Wydobycie z przodka ścianowego stale rośnie, jakkolwiek z dużym zróżnicowaniem stopnia jego natężenia, zależnego w znacznym stopniu od nasycania procesu produkcyjnego techniką. Jak pokazuje praktyka jest to zadanie długotrwałe. Ilustruje to najlepiej rysunek 1.



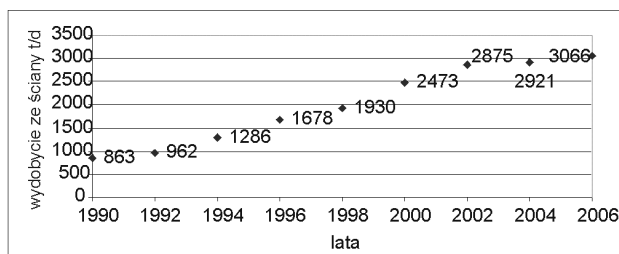
Rys.1. Etapy rozwoju koncentracji wydobycia

Analiza danych wskazuje na zarysowujące się w poszczególnych okresach czasu tendencje rozwojowe, zaś miernikiem ich skuteczności jest wielkość wydobycia ze ściany. Tendencje wzrostowe można przyporządkować wprowadzaniu nowej techniki w danym okresie.

Okres wprowadzania kombajnów to lata 1960-1970. Nastąpiło wówczas pierwsze podwojenie wydobycia ze ściany z 222 t/d do 484 t/d. W okresie wprowadzania obudowy zmechanizowanej, (lata 1970-

1980), nastąpiło kolejne podwojenie wydobywania ze ścian z 484 t/d do 961 t/d. Okres modernizacji i rozwoju maszyn i urządzeń ścianowych trwa nadal. W jego wyniku nastąpił ponad trzykrotny wzrost wydobywania z 848 t/d w roku 1990 do około 2833 t/d obecnie.

Najbardziej interesujący jest okres po roku 1990, gdyż jest to okres burzliwego rozwoju koncentracji wydobywania (rys. 2).



Rys. 2. Wzrost wydobywania ze ścian

Z rysunku 1 i 2 można odczytać fazy rozwoju koncentracji wydobywania. W roku 1990 średnie wydobywanie ze ścian wynosiło 848 t/d, w roku 1995 wynosiło 1470, w roku 2000 wynosiło 2473 t/d, w roku 2006 osiągnęło 3066 t/d. Na przestrzeni lat 1995-2000 wydobywanie to wzrosło o blisko 70%, a w okresie 2000-2005 wzrosło już tylko o 23%, zaś w ostatnich 4 latach wzrost ten spadł do około 6% mimo, że w roku 1995 tylko 12% kombajnów miało moc powyżej 500 kW, a w roku 2006 udział ten przekroczył 50%. Dane te pokazują, że wyczerpała się dotychczasowa formuła mechanizacyjna poprawy wyników produkcyjnych. Nastąpił czas na nowe wyzwania.

3. Wyzwania dla ścianowej techniki górniczej

Wyzwania dla rozwoju mechanizacji dyktowane są przez:

- bazę zasobową, jej stan i charakterystykę,
- rozwiązania techniczne, umożliwiające uzyskanie wydobywania na poziomie gwarantującym efektywność produkcji,
- bezpieczeństwo pracy.

Koncentracja produkcji węgla, jako uznane narzędzie poprawy efektywności produkcji wymaga rozwiązań mechanizacyjnych na poziomie: robót eksploatacyjnych, robót udostępniających, transportu urobku, transportu sprzętu i materiałów, transportu ludzi.

Rozwiązania w tych obszarach wpływają decydująco na możliwości uzyskania wysokiej koncentracji wydobywania z przodka ścianowego.

Poziom mechanizacji zarówno w świecie, jak i w Polsce pozwala dzisiaj na eksploatację praktycznie każdego złoża węgla, obejmującego pokłady o zróżnicowanej geometrii.

Względy społeczne, gospodarcze i ekonomiczne przed rozpoczęciem eksploatacji nakazują jednak postawić pytanie: *Jakim kosztem można to uzyskać?* Za tak postawionym pytaniem, przy konieczności zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju, sformułować można następujące cele realizacyjne:

- **wydobywanie średnie z jednej ściany 1 mln ton/rok,**
- **wydobywanie średnie z przodka ścianowego 4000 ton/dobę,**
- **wydajność na pracownika w roku 1000 ton.**

Cele te sformułowano już przed kilku laty, na podstawie obserwacji rozwoju koncentracji w latach 1990-2000, uznając, że tendencja rozwoju ówczesnej techniki umożliwi osiągnięcie założonych celów. Tymczasem zaistniałe warunki eksploatacji złóż stanęły na przeszkodzie osiągnięcia tego celu. Stąd uznając, że osiągnięcie ich stanowi nadal o efektywności ekonomicznej i społecznej produkcji węgla wymagane są nowe metody i środki dla ich realizacji.

3.1. Charakterystyka bazy zasobowej w Polsce

Osiągnięciu tak wysokich celów stoją na przeszkodzie warunki naturalne, do których zaliczyć należy pokłady: o małej miąższości, o wysokiej metanowości, z dużą zmiennością grubości, ze znacznym pofałdowaniem, skłonne do tąpnięć lub wyrzutów skał, wysokiej temperaturze górotworu.

Ilościowo przedstawia się ten stan następująco [3]:

- 16,5% zasobów zalega w pokładach o grubości do 1,5 m,
- 25% zasobów zalega w różnego rodzaju filarach ochronnych,
- 16% zasobów zalega w pokładach o II i III stopniu zagrożenia tąpnięciami,
- 25% zasobów zalega w pokładach o III i IV kategorii zagrożenia metanowego,
- 29% zasobów zalega w pokładach o temperaturze górotworu powyżej 28°.

Poza tym istnieją trudności z uzyskaniem regularnej geometrii pola ścianowego. Zasoby te w przełożeniu na warunki wydobywania w ścianach przedstawiają się następująco.

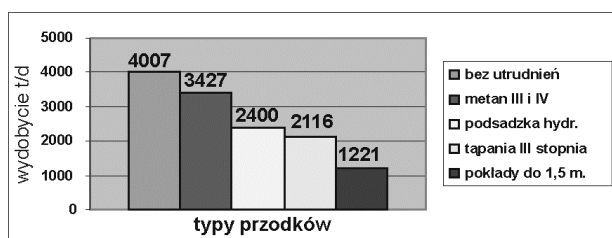
Aktualnie w 31 czynnych w Polsce kopalniach węgla kamiennego prowadzi się 118 ścian, w których [2]:

- w 22 kopalniach występują zagrożenia tąpnięciami, z czego w 14 kopalniach prowadzonych jest 27 ścian w pokładach zagrożonych III stopniem; co stanowi 23% ogólnej liczby ścian,
- w 27 kopalniach występuje zagrożenie metanowe, z tego w 15 kopalniach w 47 ścianach zagrożenie IV kategorii; co stanowi 40% ogólnej liczby ścian,

- poza wymienionymi występują zagrożenia: wybuchem pyłu węglowego, wodne, termiczne, pożarowe i inne,
- ponadto prowadzi się 71 ścian podpoziomowo, co stanowi 60% ogólnej liczby ścian czynnych.

Analizując charakterystykę stojących dzisiaj do dyspozycji udostępnionych zasobów przemysłowych, których wielkość określa się na nieco ponad 4 mld ton, można wyodrębnić znaczne zasoby, w których stosowana aktualnie mechanizacja nie gwarantuje skutecznej, bezpiecznej i efektywnej eksploatacji.

Warunki te rzutują na wielkość wydobywania ze ścian. Na rysunku 3 przedstawiono wyniki produkcyjne ścian pracujących w określonych warunkach naturalnych. Ilustruje on wielkość wydobywania ze ścian: bez zagrożeń, z zagrożeniem metanowym prowadzonych w filarach ochronnych, zagrożonych tąpnięciami, prowadzonych w pokładach cienkich [4]:



Rys.3. Wielkość wydobywania w funkcji warunków naturalnych

Jak widać z wykresu istnieją duże dysproporcje wydobywania ze ścian prowadzonych w różnych warunkach naturalnych, co świadczy o wyczerpaniu się stosowanych rozwiązań technicznych i technologicznych dostosowanych do aktualnych potrzeb. Wymagać to będzie zróżnicowanego podejścia do rozwiązywania problemów, a co za tym idzie wprowadzania nowych rozwiązań.

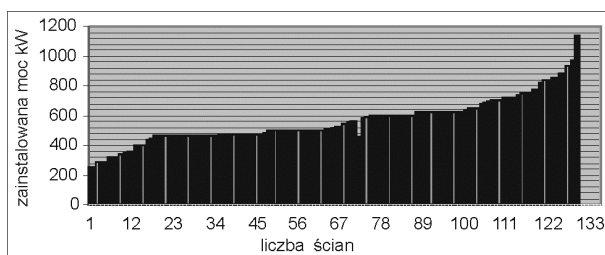
3.2. Istniejący poziom techniczny w zakresie stosowania i wykorzystania maszyn ścianowych

Z technicznego punktu widzenia przodki ścianowe prowadzone w przedziale wysokości 1,5-4,5 m w normalnych warunkach złożowych mogą dawać wydobywanie nawet na bardzo wysokim poziomie. Jednakże bez lepszego wykorzystania stosowanych dzisiaj maszyn, bez rozwiązania skutecznej technologii w przodkach z zagrożeniami naturalnymi oraz innymi utrudnieniami, dalszy postęp w realizacji koncentracji produkcji będzie niemożliwy.

Z przedstawionych danych widać wyraźnie znaczną dysproporcję w uzyskiwanych wynikach produkcyjnych. W porównywanych warunkach naturalnych oraz technicznych wyniki produkcyjne różnią się niekorzystnie między sobą, co świadczy o wyzwaniach, jakie stawia przed nami mechanizacja w kierunku zniwelowania

tych niekorzystnych dysproporcji. Te warunki wymagają szczególnych rozwiązań i to nie tylko maszynowych.

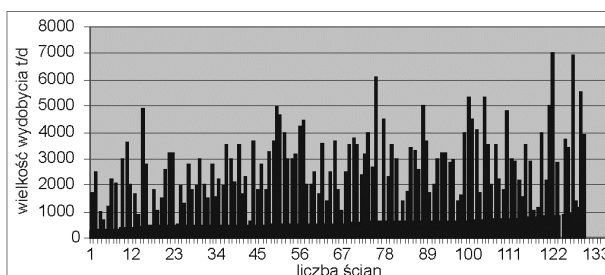
W roku 1995 w naszym przemyśle tylko 12% kombajnów miało moc powyżej 500 kW, a w roku 2006 udział ten przekroczył 50%. Średnia moc kombajnu wynosi 564 kW. Pracują już u nas kombajny o mocy około 1100 kW. Ten przyrost zainstalowanej w kombajnach mocy, w okresie 10 lat zaowocował przyrostem wydobywania ze ścian o 100%. Jednak od 5 lat nastąpiła stagnacja wydobywania z przodka ścianowego (rys. 2). Aktualny poziom mocy kombajnów przedstawiono na rysunku 4.



Rys.4. Rozkład zainstalowanej mocy w kombajnach

W warunkach normalnego zalegania pokładów poziom rozwiązań mechanizacyjnych pozwala na uzyskiwanie wysokiej koncentracji wydobywania.

Nie wszędzie jednak wielkość wydobywania idzie w parze z mocą zainstalowaną w kombajnie (rys. 5).



Rys.5. Wielkość wydobywania ze ścian w funkcji zainstalowanej mocy

Ściany uszeregowano w kolejności odpowiadającej rosnącej mocy kombajnu, przy czym słupki na tym wykresie pokazują wielkość wydobywania przyporządkowaną nominalnej mocy. Z wykresu widać wyraźnie, że uzyskane wydobywanie nie koreluje z zainstalowaną w kombajnie mocą. Świadczy to o niewykorzystywaniu wydajności kombajnu. Ten stan wynika najczęściej z błędnej lokalizacji kombajnu względnie niewłaściwej jego eksploatacji.

Uniezależnienie pracy kombajnu od subiektywnych ocen operatorów jest ważną wskazówką dla konstruktorów nowych maszyn. Podobne wskazówki odnoszą się do wykorzystania pozostałych maszyn.

W dalszej części artykułu przedstawiono wyzwania, jakie stoją przed konstruktorami i producentami maszyn górniczych.

3.3. Tendencje rozwojowe w kombajnowej technologii ścianowej

Kombajnowa technologia ścianowa obejmuje zespół maszyn, składający się z kombajnu ścianowego, sekcji obudowy zmechanizowanej oraz przenośnika zgrzeblowego. W obecnym etapie rozwoju mechanizacji w górnictwie światowym pojawiły się maszyny o bardzo wysokiej wydajności, uzyskiwanej poprzez znaczący wzrost zainstalowanej mocy:

- kombajny o prędkości roboczej 35 m/min, a projektowane są już o prędkości do 45 m/min i sumarycznej mocy silników około 2000 kW, a nawet 3000 kW, zaś ciężary dochodzą do 1400 kN;
- ścianowe przenośniki zgrzeblowe o maksymalnej wydajności 5000 t/h oraz mocy 2400 kW, a nawet 3600 kW, łańcuchy o wymiarach 42 lub 48 mm o sile zrywania wytrzymują odpowiednio 2740 kN lub 3500 kN;
- sekcje obudowy zmechanizowanej o podporności przekraczającej 10 MN, o wysokości do 6 m, i o podziałce do 2 m, masie sekcji przekraczającej zazwyczaj 20 ton, a dla bardzo wysokich ścian dochodzącej do 60 ton.

Analiza dotychczasowego rozwoju mechanizacji przodków ścianowych wykazuje, że dążenie do powiększania wydobywania głównie poprzez: powiększanie mocy, maszyn, a bez ich pełnej integracji nie powinno być jedynym kierunkiem perspektywnym rozwoju.

Wchodzimy w okres traktowania eksploatowanych maszyn jako zintegrowanego systemu, wymagającego dla efektywnego działania, zastosowania najnowszych osiągnięć z zakresu diagnostyki, monitoringu, sterowania, automatyzacji, co nie wyklucza dalszego niezbędnego działania w obszarze unowocześniania samych konstrukcji dla nietypowych warunków i specjalnych celów. Mając powyższe na uwadze można sformułować następujące tezę:

Wydajność maszyn należy zwiększać nie tylko poprzez zwiększanie ich mocy, prowadzące także do zwiększania gabarytów i masy, a także poprzez wprowadzanie elektronicznych systemów dla optymalizacji ich wydajności oraz poprawy dyspozycyjności.

Takie tendencje w tym zakresie obserwuje się coraz częściej w światowej technice ścianowej.

4. Wyzwania i tendencje rozwojowe w mechanizacji górnictwa węgla kamiennego

Już w trakcie użytkowania maszyn o znacznie niższej zainstalowanej mocy niż obecnie stwierdzono, że gdy ich działanie zależne jest od subiektywnej oceny operatorów, ulegają one częstym awariom, co powo-

duje nie zawsze uzasadnione postoje, pociągające za sobą obniżenie wydajności (rys. 5). Aby temu zapobiec zaistniała konieczność obiektywizacji oceny stanu maszyny oraz obiektywizacji poziomu jej wykorzystania.

Obiektywizację oceny stanu maszyn oraz poziomu ich wykorzystania uzyskuje się poprzez coraz bardziej rozbudowywane systemy kontrolne, powiązane z systemami sterującymi, co prowadzi do lepszego ich wykorzystania. Systemy kontrolne obejmują: diagnostykę maszyn i urządzeń, monitorowanie maszyn i urządzeń, monitorowanie przodka ścianowego, wizualizację, archiwizację, przetwarzanie danych w celu ich bieżącego wykorzystania do optymalizacji procesu technologicznego.

W dalszej części artykułu pokazane zostanie, jak to rozumowanie przekłada się na stosowane obecnie oraz przyszłościowe maszyny ścianowe i jakie w związku z tym czekają nas wyzwania w odniesieniu do poszczególnych maszyn oraz całego systemu mechanizacyjnego, przy wykorzystaniu przede wszystkim technik opartych na coraz szerzej stosowanych metodach wykorzystujących urządzenia elektroniczne i mechatroniczne.

Kierunki rozwoju w tym zakresie można sformułować następująco:

Kombajny ścianowe

Kombajn ścianowy, stanowiąc podstawowy element produkcyjny w ścianowym systemie mechanizacyjnym, wymaga pewnego i niezawodnego działania. Pewność ruchu, a tym samym wydajność może być zwiększona poprzez:

- rozbudowanie systemu bieżącej diagnostyki oraz monitoringu stanu poszczególnych napędów oraz węzłów mechanicznych, wysyłanie komunikatów o stanach zagrożenia lub błędach,
- wprowadzenie zaawansowanego systemu automatycznego sterowania kombajnem, umożliwiającego odtworzenie skrawu wzorcowego oraz pozwalającego na bieżącą korektę położenia organów urabiających dostosowaną do zmienności zalegania pokładu,
- gromadzenie oraz przetwarzanie danych, w celu wykorzystania ich do sterowania systemem mechanizacyjnym,
- robotyzację kombajnów wymagającą zaprogramowania i bieżącej kontroli realizacji wszystkich funkcji związanych z przebiegiem cyklu produkcyjnego w ścianie dla przyjętej technologii urabiania,
- włączenie kombajnu do systemu automatycznego sterowania procesem wydobywania węgla opartego na sztucznej inteligencji.

Przykładem takiego rozwiązania jest wyposażenie kombajnu KSW-2000E produkcji polskiej.

Maszyna posiada zaawansowany system sterowania i diagnostyki pracy oparty o superszybki system transmisji CAN. Jest on przystosowany do automatycznego cyklu pracy, powtarza cykl eksploatacji wprowadzony przez obsługę. Jest wyposażony w nowoczesną dwukierunkową transmisję danych pracującą w standardzie ETHERNET, która umożliwia transmisję parametrów eksploatacyjnych do stanowiska kontroli w rejonie chodnika podścianowego oraz na powierzchni.

Zainstalowane zostały karty pamięci, które na bieżąco zapisują parametry pracy maszyny. Transmisja danych umożliwia integrację pracy kombajnu z systemem sterowania obudowy zmechanizowanej i przenośnika.

Sekcje obudowy zmechanizowanej

Sekcje obudowy zmechanizowanej, jako podstawowy szkielet ścianowego systemu mechanizacyjnego, stwarzają warunki bezpiecznej pracy w przodku ścianowym oraz stanowią podstawowy element systemu mechanizacyjnego, wiążącego i „koordynującego” ruch poszczególnych maszyn. Wymaga to odpowiedniego oprzyrządowania kontrolno-sterującego, między innymi:

- wprowadzenie sterowania elektrohydraulicznego,
- wprowadzenie programowanego sterowania sekcji obudowy zmechanizowanej, pozwalającego na sterowanie grupowe, zdalne lub automatyczne,
- monitorowanie ciśnienia w układzie hydraulicznym obudowy, ciśnienia w układzie magistralnym, wysuwu przesuwnika, stanu blokady sekcji,
- uzyskanie jednakowej, zaprogramowanej podporności wstępnej i wzdłuż całej ściany przy zastosowaniu na przykład zaworów powtórnego doładowania,
- zastosowanie zaawansowanego systemu zabezpieczenia sekcji przed dynamicznym oddziaływaniem górotworu,
- wprowadzenie zintegrowanego układu sterowania maszyn i urządzeń ścianowego systemu mechanizacyjnego, z wykorzystaniem funkcji ruchu obudowy.

Przenośniki ścianowe

Przenośnik zgrzeblowy jest najmniej oprzyrządzoną maszyną ścianową, pomimo że jest to stosunkowo najbardziej awaryjny element wyposażenia ściany. Konieczne jest, zatem:

- wprowadzenie diagnozowania napędów przenośnika oraz monitoringu obciążenia poszczególnych napędów, diagnozowanie napędów odbywa się według ogólnie przyjętych dla tych maszyn zasad,
- monitorowanie stanu obciążenia łańcucha przenośnika poprzez pomiar siły oraz przyspieszenia łańcucha, informacje te są rejestrowane na bieżąco,

- wyposażenia układu napędowego w nadążny układ automatycznej regulacji napięcia wstępnego łańcucha zgrzeblowego,
- uzależnienie prędkości posuwu kombajnu od obciążenia przenośnika urobkiem.

W opisanych wyżej maszynach prace nad rozwojem ich nowoczesnego oprzyrządowania są w niektórych rozwiązaniach zrealizowane a niektóre są w fazie opracowania. Jednakże już na podstawie obecnego stanu oraz zaawansowania prac nad nowymi rozwiązaniami można określić możliwości i potrzeby w zakresie zintegrowanego systemu mechanizacyjnego.

5. Wyzwania i tendencje rozwojowe ścianowych systemów mechanizacyjnych

Zaangażowanie środków inwestycyjnych na wyposażenie przodka ścianowego jest dzisiaj gigantyczne. Dla efektywnego ich wykorzystania konieczne jest uzyskanie maksymalnej wydajności użytkowanych w systemie maszyn, a to wymaga innego niż dotychczas spojrzenia na stosowane układy mechanizacyjne w ścianie. Rozwój konstrukcji oraz oprzyrządowania poszczególnych maszyn stwarza niezbędne warunki dla budowania zintegrowanych systemów ścianowych.

Przedstawiona poprzednio charakterystyka maszyn ścianowych pozwala na zarysowanie rozwoju systemów mechanizacyjnych obejmujących wykorzystanie rozwiązań elektronicznych do efektywnego wykorzystania stosowanych maszyn.

Zadania stojące przed techniką górnictwem można sformułować następująco:

- zapewnienie maksymalnego wykorzystania potencjału technicznego poszczególnych maszyn systemu technologicznego, głównie poprzez „elektroniczne” metody ich kontroli i sterowania,
- uzyskane informacje po przetworzeniu na odpowiednie sygnały przekazywane są do kontrolowanych obiektów w postaci sygnałów sterujących oraz korygujących,
- końcowym efektem tych działań jest pełna automatyzacja zintegrowanego systemu maszynowego opartego o układy sztucznej inteligencji,

Po przeprowadzonej analizie pracy poszczególnych maszyn oraz wykonywanych przez nie operacji produkcyjnych można opisać już system składający się z tych maszyn, a podlegający w całości takim samym ograniczeniom czasowym i wydajnościowym jak pojedyncze maszyny.

Informacje pochodzące z diagnostyki i monitoringu pracy poszczególnych maszyn kierowane są do centralnego sterownika na powierzchni, gdzie są przetwarzane, zaś polecenia sterujące przejmowane są przez

sterownik podścianowy, który przekazuje je do urządzeń sterujących maszynami w ścianie. Tworzy to system zintegrowany, w którym decydująca rola w zespole współpracujących ze sobą maszyn ścianowych przypada sekcjom obudowy zmechanizowanej, do której odniesione jest położenie pozostałych maszyn. Funkcje wiodące wypełniane przez obudowę ujęte są w system, pozwalający obserwować cały układ technologiczny w przodku, monitorować jego elementy oraz sterować w pożądanym zakresie. W swej najbardziej zaawansowanej formie jest podstawą automatyzacji zintegrowanego zespołu maszyn ścianowych.

Automatyka związana z sygnalizowanymi systemami sterowania umożliwia:

- przemieszczanie sekcji na określony dystans,
- strefowe przesuwanie przenośnika ścianowego na zadaną odległość,
- strefowe zraszanie,
- przesuwanie stacji napędowych przenośnika.

System umożliwia także:

- wizualizację pozycji kombajnu, położenia sekcji obudowy, położenia przenośnika,
- wizualizację powierzchni odkrytego stropu, postępu ściany, położenia frontu ściany,
- parametryzację pracy kombajnu, automatyki ścianowej, automatyki zraszania,
- korekcję położenia frontu ściany.

Jak widać z tego zestawienia istnieje ściśle sprzężenie ruchu technologicznego poszczególnych maszyn, to jest: sekcji obudowy, kombajnu, przenośnika ścianowego. Połączenie i koordynacja współdziałania tych maszyn pozwala na utworzenie systemu zintegrowanego [1].

W dalszym planie wprowadza się system wiążący ruch kombajnu po przenośniku z przesuwaniem sekcji obudowy. Przemieszczający się wzdłuż frontu ścianowego kombajn podaje sygnał do sekcji obudowy, który uruchamia jej przesuwanie w ślad za kombajnem. Jest to kolejny etap zmierzający do pełnej automatyzacji zintegrowanego systemu ścianowego.

Dodając do tego pamięciowy zapis wykonanego skrawu wzorcowego oraz regulowaną jego głębokość można stwierdzić, że ścianowy system mechanizacyjny może już być w pełni monitorowany i w znaczącym stopniu zautomatyzowany. Końcowym efektem tych działań jest pełna automatyzacja zintegrowanego ścianowego systemu maszynowego, opartego o układy sztucznej inteligencji.

6. Podsumowanie

Aktualnie w USA i w Australii wszystkie sekcje obudowy zmechanizowanej wyposażone są w układy

elektrohydraulicznego sterowania, umożliwiając tym samym automatyzację zintegrowanego systemu mechanizacyjnego.

Analizując wyniki produkcyjne w obu krajach można stwierdzić, że świadczą one jednoznacznie o wpływie wprowadzonych systemów monitoringu i sterowania na zdecydowany wzrost wydobywania z jednego przodka ścianowego, przy czym wyniki produkcyjne uzyskuje się ze ścian o bardzo zróżnicowanych grubościach pokładów, co świadczy o ogromnych możliwościach tkwiących w tych nowoczesnych systemach sterowania procesem produkcyjnym.

Warto tutaj nadmienić, że średnie wydobywanie ze ścian w tych krajach przekracza kilkakrotnie średnie wydobywanie w polskich kopalniach.

W naszym przemyśle węglowym jesteśmy w tym zakresie na początku drogi. Decyzja o zastosowaniu nowoczesnego oprzyrządowania systemu mechanizacyjnego poprzedzona musi być szczegółową analizą ekonomiczną.

Kryteriami wprowadzenia powinny być:

- wyraźny wzrost wydobywania w stosunku do aktualnej średniej,
- podwyższenie poziomu bezpieczeństwa pracy w warunkach zagrożeń i wybranych utrudnień.

Zachodzi pytanie, gdzie wprowadzać nowe rozwiązania, do którego musi ustosunkować się nasz przemysł.

W pokładach o normalnych warunkach zalegania należy wprowadzać opisane wyżej rozwiązania, chociaż ze względu na stosunkowo wysoki koszt, ich wprowadzenie powinno być uzależnione od możliwości uzyskania skokowego wzrostu wydobywania. W pełni zautomatyzowane systemy maszynowe muszą zapewnić wydobywanie na poziomie co najmniej 10 tys. t/d.

Rozkład zasobów, mający wpływ na wyniki produkcyjne ścian, jest niekorzystny. Aktualnie w znaczącej liczbie eksploatowanych pokładów występują, albo zagrożenia naturalne, albo warunki krępujące rozwój koncentracji wydobywania. W tym obszarze przystosowanie układów elektronicznych może w znacznym stopniu zwiększyć wydobywanie ze ścian poprzez intensyfikację wykorzystania maszyn oraz usunięcie ludzi z zagrożonych stref. Jednakże i tutaj musi obowiązywać kryterium znaczącego wzrostu wydobywania ze ścian.

Z naszej praktyki powinny zniknąć przodki o wydobywaniu poniżej 3 tys. t/d.

Osobny rozdział stanowi wybieranie cienkich pokładów, którego rozwiązanie ma duże znaczenie gospodarcze. Nie jest to jednak sprawa łatwa, ze względu na fakt, że cienkie pokłady zalegają na większych głębokościach, co wiązać się będzie, poza trudnościami wentylacyjnymi, ze wzmożonymi zagrożeniami.

Te właśnie pokłady wymagają, ze względu na bezpieczeństwo oraz niezwykle uciążliwe warunki pracy, nakierowania rozwiązań na pełną automatyzację, którego efektem będzie ograniczanie ludzi w przodku. Również w tym przypadku wydobywanie nie powinno być niższe od 3 tys. t/d.

Ogólnie można stwierdzić, że w obszarze maszyn do wybierania ścianowego nie natrafiamy na trudności ich doboru i eksploatacji. Jednakże dla niezbędnej intensyfikacji ich produktywności będą potrzebne urządzenia w zakresie kontrolno-pomiarowym, sterującym, monitorującym, wreszcie automatyzującym, umożliwiające lepsze wykorzystanie maszyn.

Literatura

1. Jaszczuk M. (redakcja naukowa): System zintegrowanego sterowania układem technologicznym ścia-

na wydobywcza – punkt załadowniczy. Monografia nr 2. Seria: Innowacyjne techniki i technologie mechanizacyjne, KOMAG, Gliwice 2008.

2. Kozieł A., Mazurkiewicz T.: Rozwój technologiczny przemysłu wydobywczego węgla kamiennego w ocenie ekspertów. Gospodarka Surowcami Mineralnymi. Tom 24 – Zeszyt 1/2, Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków 2008.
3. Raport roczny o stanie podstawowych zagrożeń naturalnych i technicznych w górnictwie węgla kamiennego rok 2007. Wydawnictwo GIG.
4. Sikora W.: Scenariusz rozwoju technologii wydobywania węgla w warunkach utrudnień górniczych. Komtech 2007, Szczyrk. Materiały konferencyjne.

Artykuł wpłynął do redakcji w marcu 2009 r.

Recenzent: prof.dr hab.inż. Marek Jaszczuk

Z marginesu na szczyt – rozwój ścianowego systemu eksploatacji pokładów węgla w USA w ciągu trzech dekad

Streszczenie

W artykule przedstawiono rozwój ścianowego systemu eksploatacji pokładów węgla z zawalem skał stropowych w Stanach Zjednoczonych A.P. Przytoczono, podane głównie przez prof. Syda Penga (2006), dane o liczbie ścian od 1976 roku i ich wysokiej wydajności. Scharakteryzowano ścianowe przodki eksploatacyjne (długości, wybiegi i wysokości ścian, systemy i obudowę chodników przyścianowych), a także roboty zbrojeniowo-likwidacyjne. Opisano ewolucję ścianowych obudów zmechanizowanych i cechy charakterystyczne najnowszych konstrukcji. Podano także zmiany podstawowych parametrów urządzeń urabiających i odstawy urobku.

Summary

Progress of the longwall mining with roof caving in the USA was presented. Number of longwalls and their high productivity since 1976, based mainly on Prof. Syd S. Peng book (2006), were given. Mining heights, longwall lengths and widths, multiple entries and the support of the entries as well as face move were described. Evolution of development of shields (hydraulic powered supports), cutting machines (mainly shearers), AFC (armoured face conveyors) and coal transportation systems were shortly portrayed.

1. Wprowadzenie

Stosowanie ścianowego systemu wybierania pokładów węgla w Stanach Zjednoczonych rozpoczęto pod koniec XIX i na początku XX wieku [3]. Nowoczesne, w pełni zmechanizowane kompleksy ścianowe zostały jednak zaimportowane z Niemiec Zachodnich we wczesnych latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku i wykorzystywane w kopalniach w południowej części Zachodniej Wirginii. Były to zestawy w skład, których wchodziła obudowa ramowa i strug. Niewielka wydajność tych systemów spowodowała, że w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych jedynie kilka kopalń stosowało tę technologię, wydobyte uzyskiwane tą drogą było nieporównywalne z innymi technologiami eksploatacji – system ścianowy w USA był więc prawdziwie na marginesie.

W połowie lat siedemdziesiątych sprowadzenie, znów z Niemiec Zachodnich, obudów osłonowych do kopalni w północnej Wirginii Zachodniej zaowocowało wzrostem produktywności i zmniejszeniem wypadkowości, co powodowało coraz powszechniejsze uznanie i docenienie technologii ścianowej na rynku amerykańskim [7].

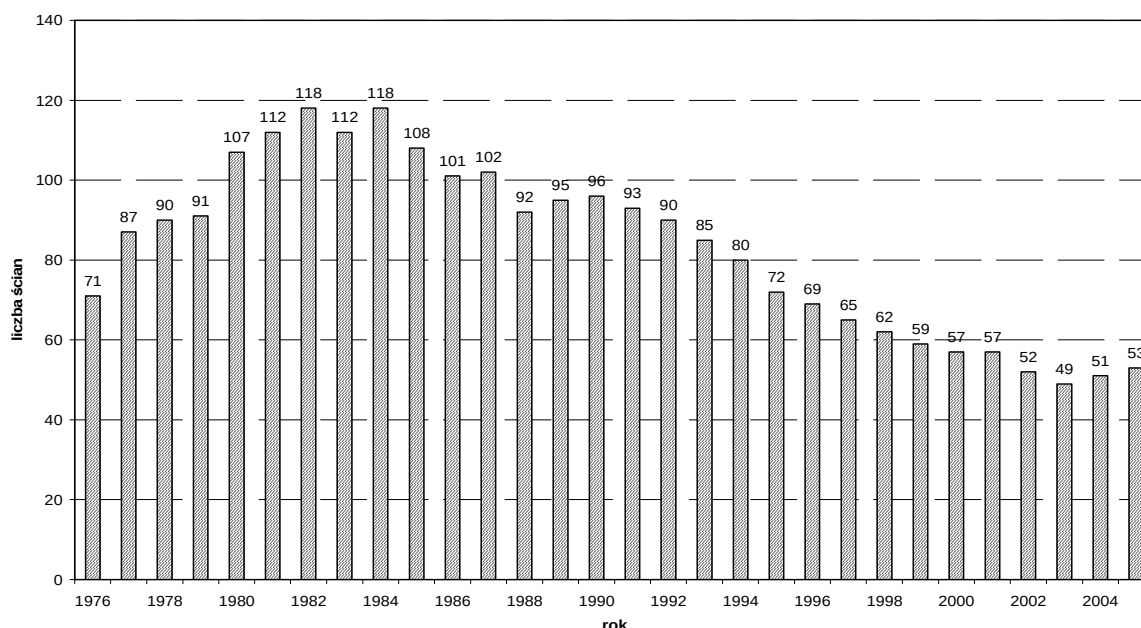
Od tamtej pory liczba ścian wzrastała, by osiągnąć swoje maksimum – 118 ścian – w 1982 i 1984 roku, po czym liczba ścianowych przodków wybierkowych malała podczas drugiej połowy lat osiemdziesiątych i w latach dziewięćdziesiątych, by ustabilizować się na poziomie około 50 ścian w pierwszej dekadzie dwudziestego pierwszego wieku (rys. 1).

Choć liczba ścian malała, wydajność – dzięki zwiększeniu mocy, gabarytów i jakości wyposażenia technicznego przodków, a także lepszemu planowaniu robót, umiejętnościom załogi i kadry zarządzającej – nieustannie rosła. Wzrost ten w ciągu ostatnich trzech dekad jest prawdziwie imponujący.

W 1975 r. eksploatację prowadzono w 76 ścianach, ale wydobyte z nich uzyskiwane stanowiło zaledwie około 4% całości węgla pozyskiwanego w kopalniach podziemnych. W 2005 roku węgiel eksploatowano już tylko w 53 ścianach, ale sumaryczne wydobyte wyniosło już ponad połowę (52%) całkowitej ilości węgla eksploatowanego sposobem podziemnym w Stanach Zjednoczonych [7]. Tak więc system ścianowy przejął palmę pierwszeństwa dystansując inne technologie eksploatacji podziemnej m.in. system filarowo-komorowy.

Eksploatacja węgla sposobem podziemnym w Stanach Zjednoczonych umożliwia wydobyte około jednej trzeciej z ponad 1 miliarda ton uzyskiwanych ogółem w ciągu roku, co oznacza, że amerykańscy górnicy pracujący w około 50 ścianach wydobywają ponad dwa razy więcej węgla rocznie niż wszystkie śląskie kopalnie razem wzięte, mimo że eksploatacja w GZW odbywa się w ponad 120 ścianach [11, 13].

Warto dodać, że eksploatacja w amerykańskich kopalniach jest, generalnie, także bezpieczna, dla przykładu w 2005 roku liczba wypadków śmiertelnych we wszystkich kopalniach podziemnych sięgnęła 19 (tabela 1).



Rys.1. Liczba ścianowych przodków wybierkowych (zawałowych) w Stanach Zjednoczonych [7]

Przyczyny wypadków śmiertelnych i liczba ofiar w górnictwie węglowym Stanów Zjednoczonych w 2005 r.¹ [12]

Tabela 1

Przyczyny wypadków śmiertelnych	Liczba ofiar
Zapalenie/wybuch gazu lub pyłu węglowego	12
Obwał ociosu węglowego w ścianie, ociosów w chodnikach	2
Zawał stropu	2
Pożar	3
Transport	2
Suma	21

Zdarzają się jednak, niestety, także katastrofy górnicze, jak na przykład wybuch metanu w kopalni „Sago” 2 stycznia 2006 roku, który pociągnął ze sobą 12 ofiar śmiertelnych².

Przez trzy ostatnie dekady podstawowe elementy składowe systemu ścianowego i sposoby eksploatacji pokładów węgla w ścianach pozostały niemal niezmienione, poza tym, że sprzęt stał się większy, cięższy, o większej mocy, bardziej pewny, a układy sterowania nim stały się bardziej wyszukane i niezawodne. Amerykańskie przodki ścianowe cechują się wysoką wydajnością i od 1990 roku ustanawiały i ustanawiają światowe rekordy wydobywania. Dla przykładu, z jednej

ściany, uzyskano brutto: ponad 9 milionów ton węgla rocznie, ponad 1,45 miliona ton węgla miesięcznie, ponad 51 tys. ton dziennie i ponad 27 tys. ton z jednej zmiany produkcyjnej [7]. Wydajność uwzględniająca wielkość zatrudnienia załogi także stale wzrastała aż do roku 2000, po czym ustabilizowała się na poziomie około 5,2 tony na godzinę pracy zatrudnionego pracownika i jest o około 50% wyższa niż średnia wydajność uzyskiwana w przodkach z kompleksem Continuous Miner [15]. Rozwój amerykańskiej technologii wydobywania jest tym bardziej godny uwagi, że miał miejsce w czasie dużej dekonunktury na rynku. Oczywiście jest, więc, że technologia ścianowej eksploatacji pokładów węgla z zawałem skał stropowych została uznana jako najwydajniejszy sposób podziemnego pozyskiwania surowca i bez dyskusji jest preferowana i znajduje zastosowanie wszędzie tam, gdzie warunki geologiczne zalegania złoża i jego wielkość są odpowiednie [7].

Amerykańskie przodki ścianowe ewoluowały przez ostatnie trzydzieści lat. Na początku technologia i sprzęt prawie w całości były importowane, głównie z Europy, zwłaszcza Niemiec, lecz stały się w ostatnich 10–15. latach najwydajniejszymi na świecie; co więcej najważniejszymi producentami wyposażenia technicznego wykorzystywanego w technologii ścianowej są firmy amerykańskie. Poszukiwanie efektywności wydobywania węgla kamiennego w polskim górnictwie angażuje, oprócz ogromnego wysiłku załóg górniczych, także ekspertów służących radą i kreślących scenariusze rozwoju technologii i wykorzystywanego sprzętu w konkretnych warunkach polskich kopalń [5, 14]. Doświadczenia amerykańskie nie mogą być bezpośrednio przeniesione na polski grunt (czy też raczej do górotworu...), tym nie mniej przyjrzenie się im wydaje

¹ W tabeli zebrano przyczyny wypadków i liczbę ofiar zarówno dla kopalń podziemnych, jak i odkrywkowych. W kopalniach podziemnych eksploatujących węgiel kamienny życie straciło 19 górników, w odkrywkowych 2.

² Kopalnia „Sago” położona niedaleko Buckhannon w Upshur County w Zachodniej Wirginii eksploatację prowadziła systemem filarowo-komorowym, a wybuch metanu nastąpił w zrobach, w otamowanej przestrzeni. Niestety tamy przeciwwybuchowe okazały się nieodpowiednie (zob. np. www.msha.gov/sagomine/sagomine.asp; www.wv.gov.org/SagoMineDisasterJuly2006FINAL.pdf).

się być interesujące i może stać się inspiracją do innowacji i zmian zwiększających wydajność i polskich kopalń.

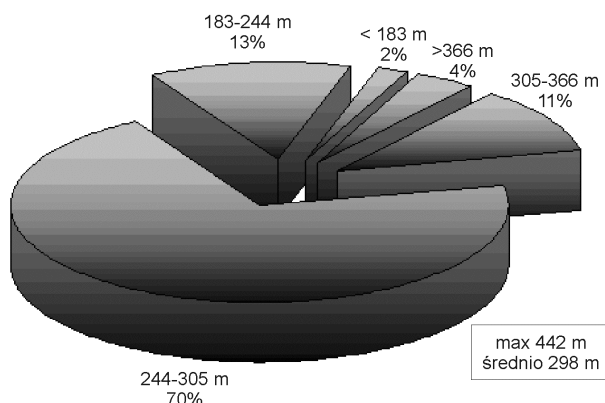
2. Podstawowe dane charakteryzujące ścianowe przodki eksploatacyjne w USA

Większość kopalń w USA eksploatuje tylko jeden wysoko wydajny przodek ścianowy w danej chwili produkując 3-7 milionów ton węgla rocznie; w czterech-pięciu kopalniach, w ostatnich latach, pracują dwie ściany w tym samym czasie; w dwóch-trzech wydobywanie prowadzone jest w trzech przodkach ścianowych [7].

Głębokość eksploatacji pokładów węgla w Stanach Zjednoczonych jest bardzo zróżnicowana, maksymalna w połowie lat dziewięćdziesiątych sięgała nawet ponad 1150 m, obecnie zawiera się w przedziale od około 60 m do około 820 m. Średnia głębokość eksploatacji wynosi niewiele ponad 450 m [8].

Wysokość ścian kombajnowych wynosi od 1,52 m do 3,96 m, przy czym najczęściej występują ściany o wysokości 1,52-2,44 m. Średnia wysokość ściany wynosi 2,13 m [7, 12]. Jedyna działająca ściana strugowa w 2005 roku miała wysokość 1,22 m. Najczęściej wysokość ściany jest równa grubości eksploatowanego pokładu, często jednak stosowana jest dla zapewnienia miejsca dla wyposażenia technicznego i załogi także przybierka stropu, na co słusznie zwraca uwagę Sikora [13].

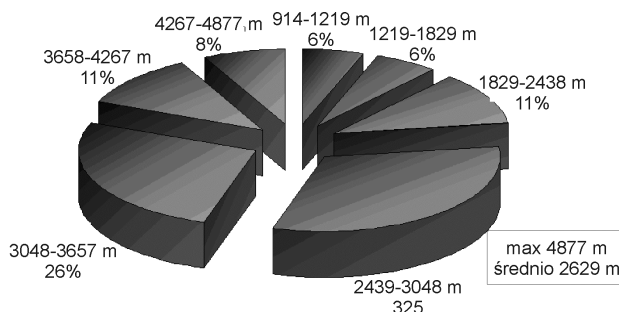
Wielkości pól ścianowych stwarzających szansę wysoko wydajnej i przez to, co oczywiste, zyskowej eksploatacji są przyjmowane w USA na minimum 30-40 milionów ton. Długości ścian wynoszą 183-442 m, przy czym najczęściej zawierają się w przedziale 274-305 m (rys. 2).



Rys.2. Rozkład długości ścian w USA w 2005 roku (na podstawie [7])

W ostatnich latach długości ścian zwykle przekraczają 213 m, jeśli tylko nie istnieją ograniczenia natury, na przykład geologicznej czy też własnościowej.

Wybiegi ścian mieszczą się w przedziale 914-4 877 m, przy czym najczęściej spotykane są długości 2,5-4 km (rys. 3). Generalnie występuje tendencja wydłużania wybiegów i długości ścian tak, by w jednym roku fiskalnym konieczne było tylko jedno przebrojenie ściany.



Rys.3. Rozkład wybiegów ścian w USA w 2005 roku (na podstawie [7])

Typową cechą amerykańskich ścian jest występowanie podwójnych, potrójnych i poczwórnych chodników przyścianowych. Najpopularniejsze jest udostępnianie złoża systemem chodników potrójnych (około 76,5% ścian), znacznie mniej systemem chodników poczwórnych (około 17,6% ścian). Jedynie w kopalniach w stanach Wyoming, Colorado i zwłaszcza Utah, gdzie eksploatacja odbywa się na głębokości około 800 m, ze względu na zwiększone ciśnienie górotworu stosuje się chodniki podwójne [8, 9].

Mine Safety and Health Administration z reguły udziela zezwolenia kopalniom na stosowanie chodników podwójnych, przy głębokości eksploatacji większej od 335 m. Zasadą jest stosowanie obudowy kotwowej instalowanej natychmiast po odsłonięciu stropu oraz później dodatkowej obudowy w miejscach tego wymagających. Dodatkową obudowę stanowią np. kotwie/cięgna o większej długości, czy też obudowa podporowa np. kaszty drewniane, kolumny betonowe, profile stalowe itp. Konieczność stosowania dodatkowej obudowy w chodnikach silnie zależy od warunków lokalnych; praktycznie regułą jest za to wzmacnianie obudowy w chodnikach nadścianowych [2].

Przebrojenie ścian odbywa się w USA niezwykle szybko, trwa od sześciu-siedmiu dni do dwóch-trzech tygodni, ale jeśli przenośnik zgrzeblowy i kombajn są zainstalowane w nowej ścianie wcześniej – co oznacza, że przemieszczana jest tylko obudowa – proces ten trwa zaledwie cztery-siedem dni. Szacuje się, że w zależności od wielkości wydobywania i kapitału zainwestowanego, koszty zatrzymania ściany wynoszą 500-2000 dolarów na minutę [7]. W celu minimalizacji pracochłonności i czasochłonności procesu zabudowy dodatkowej obudowy siatkowo-linowej, tradycyjnie stosowanej w miejscach zatrzymania biegu ściany, od późnych lat osiemdziesiątych w górnictwie amerykańskim bardzo popularne jest drażnienie wyrobisk chodni-

kowych o przekroju prostokątnym dla przeprowadzenia procesu wyzbierania ściany. Wyrobiska te (tzw. pre-driven recovery rooms) są bardzo pomocne dla zwiększania prędkości robót wybrojeniowych pod warunkiem właściwego doboru obudowy w warunkach działania ciśnienia eksploatacyjnego [18].

3. Wybrane dane techniczne wyposażenia ścianowego i systemów odstawy

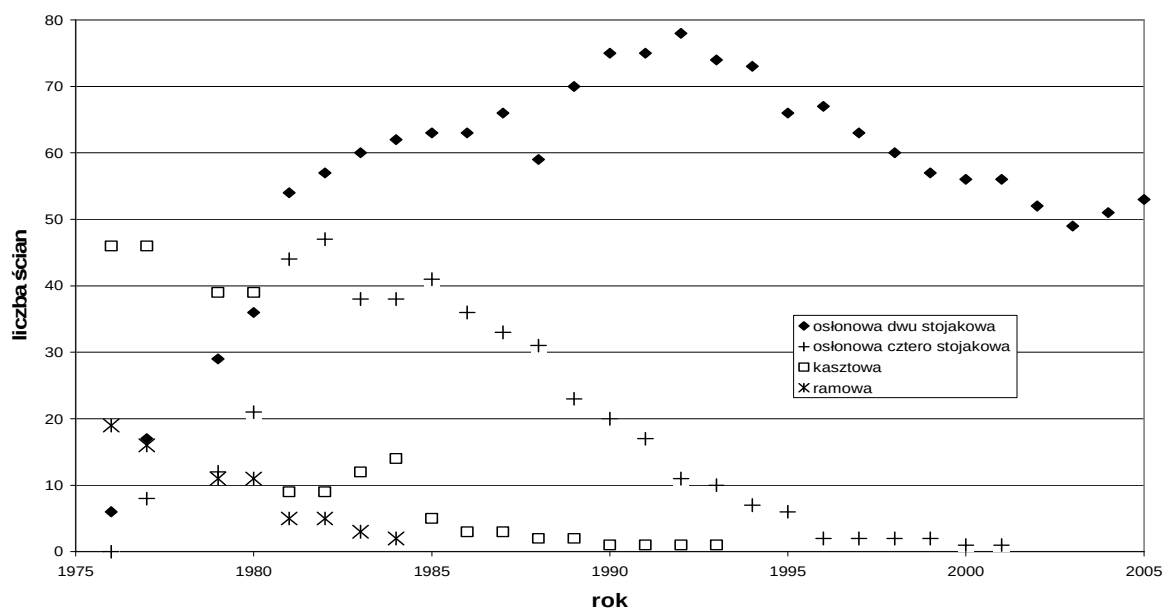
3.1. Obudowa zmechanizowana

Najdroższy element technicznego wyposażenia przodka ścianowego, jakim jest obudowa zmechanizowana (szacunkowo 60-80% kosztu inwestycyjnego, zależnie od długości ściany), przeszedł znaczne przeobrażenia w ciągu trzydziestu lat stosowania w amerykańskich kopalniach. Obudowa ramowa ze względu na małą stabilność i możliwość opadu bloków skalnych pomiędzy dwudzielną stropnicą szybko traciła na popularności i jej użycie zostało całkowicie zaniechane w 1985 roku. Obudowa kasztowa była najbardziej popularna w drugiej połowie lat osiemdziesiątych, później częstość jej zastosowań była już znacznie mniejsza; ostatni zestaw sekcji obudowy kasztowej wykorzystywano w 1993 roku (rys. 4).

Obudowa osłonowa, po sprowadzeniu do kopalni w północnej Zachodniej Wirginii w 1975 roku, zyskała akceptację w przemyśle i jej zastosowanie stale rosło (obudowy lemniskatowej). Doświadczenia praktyczne i zaawansowane prace badawcze wykazały wyższość obudowy dwustojakowej nad czterostojakową [1, 6]. Prostota układu hydraulicznego sekcji, duża podporność (nawet 12000 kN), doskonalsza charakterystyka

wykorzystania podporności sekcji, a przede wszystkim znacznie lepsze utrzymanie stropu nad ścieżką kombajnową (dzięki czynnym i biernym siłom działającym poziomo) spowodowały, że wszystkie nowowprowadzane obudowy począwszy od 1990 roku są wyłącznie obudowami osłonowymi dwustojakowymi. Ostatnia obudowa osłonowa czterostojakowa została wycofana w 2001 roku. Trend spadkowy w liczbie stosowanych kompletów obudowy osłonowej dwustojakowej widoczny na rysunku 4 po 1992 roku, związany jest tylko z malejącą liczbą ścian, a nie rezygnacją z tego typu obudowy.

We wszystkich zestawach obudowy, by skrócić czas przemieszczania sekcji, stosowane jest sterowanie elektrohydrauliczne, zautomatyzowane przesuwanie sekcji (związane z pozycją kombajnu lub struga w ścianie) oraz kontrola osiągnięcia przez wszystkie sekcje określonej podporności wstępnej. Cykl przesuwania sekcji wynosi sześć do ośmiu sekund umożliwiając dużą prędkość urabiania kombajnu w ścianie. Średnia podporność robocza wzrosła prawie dwukrotnie z 4440 kN w 1976 roku do 8840 kN w 2005 roku. Podziałka prawie wszystkich sekcji wynosi 1,75 m, za wyjątkiem dwóch ścian, w których szerokość sekcji wynosi 2 m i kilku ze starą obudową półtorametrową [7]. Obudowa (stojaki hydrauliczne sekcji) są zabezpieczane przed przeciążeniem przy obciążeniu dynamicznym przez zastosowanie zaworów upustowych o szybkości wypływu około 5 m³/min emulsji. Do ograniczenia ciśnienia w stojakach hydraulicznych stosowane są także akumulatory gazowe (azotowe). Najczęściej możliwe jest monitorowanie, i to zarówno w chodniku podścianowym, jak i na powierzchni, na



Rys.4. Typy obudowy ścianowej zmechanizowanej w USA (na podstawie [7])

bieżąc m.in. ciśnienia medium roboczego w siłownikach hydraulicznych, stanu układu przesuwu sekcja-przenośnik, czasu trwania cyklu przemieszczania sekcji i położenia obniżonych sekcji i tych w stanach awaryjnych itp. [7].

3.2. Kombajny i strugi

W pierwszych systemach ścianowych, wprowadzanych do amerykańskich kopalń w latach siedemdziesiątych, maszynami urabiającymi były strugi [10]. W ostatnich latach znacznie popularniejsze jest wykorzystanie kombajnów (rys. 5).

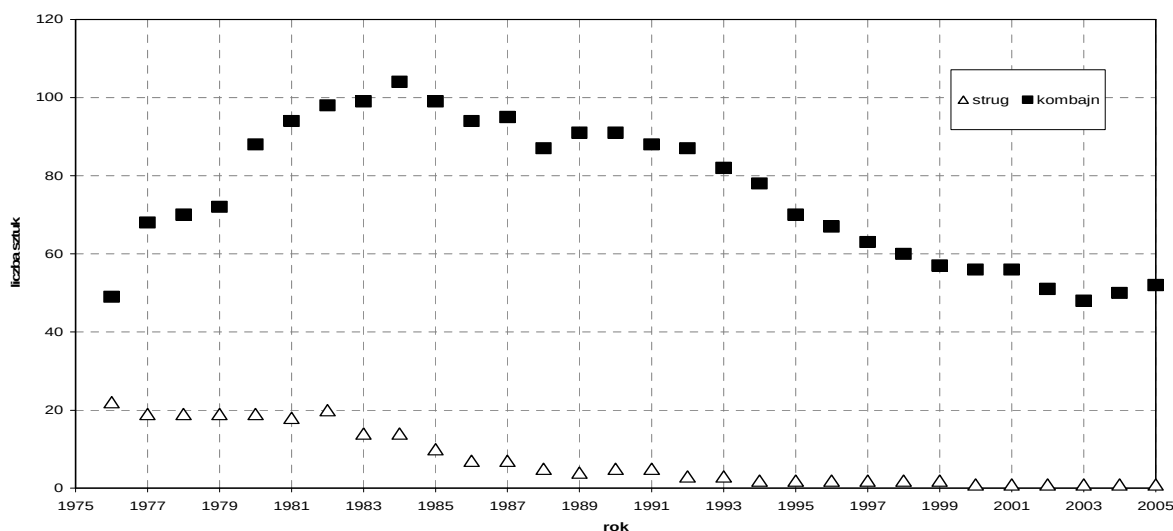
W opinii niektórych ekspertów, jak np. Prof. Syda Penga z West Virginia University, wykorzystanie strugów w najbliższych latach może się zwiększyć, głównie z powodu dużej liczby pokładów o mniejszej

grubości na wschodzie Stanów Zjednoczonych oraz postępów w technice strugowej.

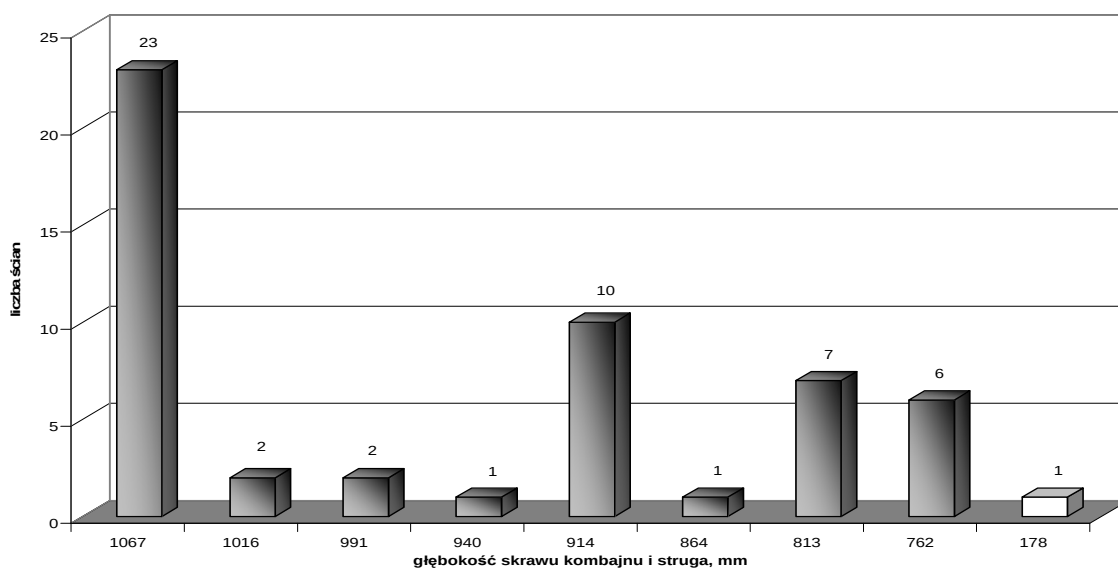
Stosowane są wyłącznie dwuorganowe bębnowe kombajny frezujące. Średnia całkowita moc zainstalowana kombajnów wzrosła z 261 kW w 1976 roku do 1 372 kW w 2005 roku; maksymalna moc całkowita w 2005 roku wynosiła 2 285 kW, a dla większości kombajnów moc ta przekracza 1 000 kW, a więc jest znacznie większa niż kombajnów w polskich przodkach ścianowych [4, 7].

Prędkość ruchu kombajnu podczas fazy pracy przekracza czasami 45 m/min.

Głębokość skrawu kombajnów zawiera się w przedziale 0,76–1,07 m; znakomita większość stosowanych zabiorów jest większa bądź równa 0,91 m (rys. 6).



Rys.5. Liczba i rodzaj maszyn urabiających stosowanych po 1976 roku w Stanach Zjednoczonych [7]



Rys.6. Głębokości skrawów kombajnów i struga zainstalowanych w ścianach w kopalniach węgla w USA w 2005 roku (na podstawie [7])

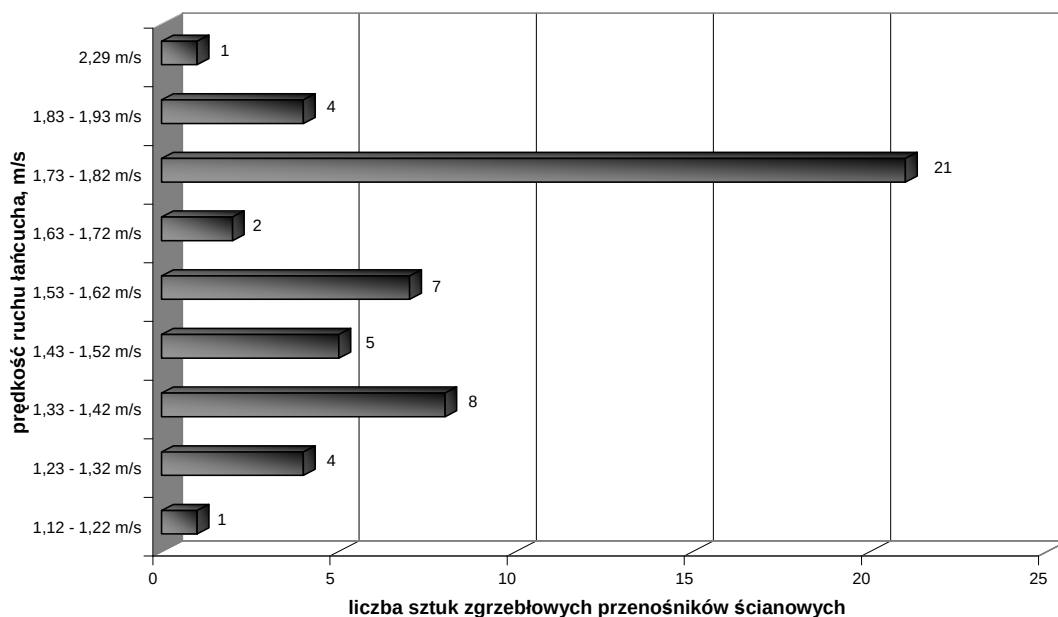
Całkowita moc struga wzrosła do 500 kW, a głębokość skrawu wynosi 51-178 mm, przy prędkości skrawania do 216 m/min. Jedyna działająca ściana strugowa jest w pełni zautomatyzowana i wymaga obsługi przez załogę złożoną z zaledwie dwóch ludzi [7].

Napięcie zasilania kompleksów ścianowych w 2005 roku wynosiło 2350 V (22 ściany) lub 4160 V (31 ścian).

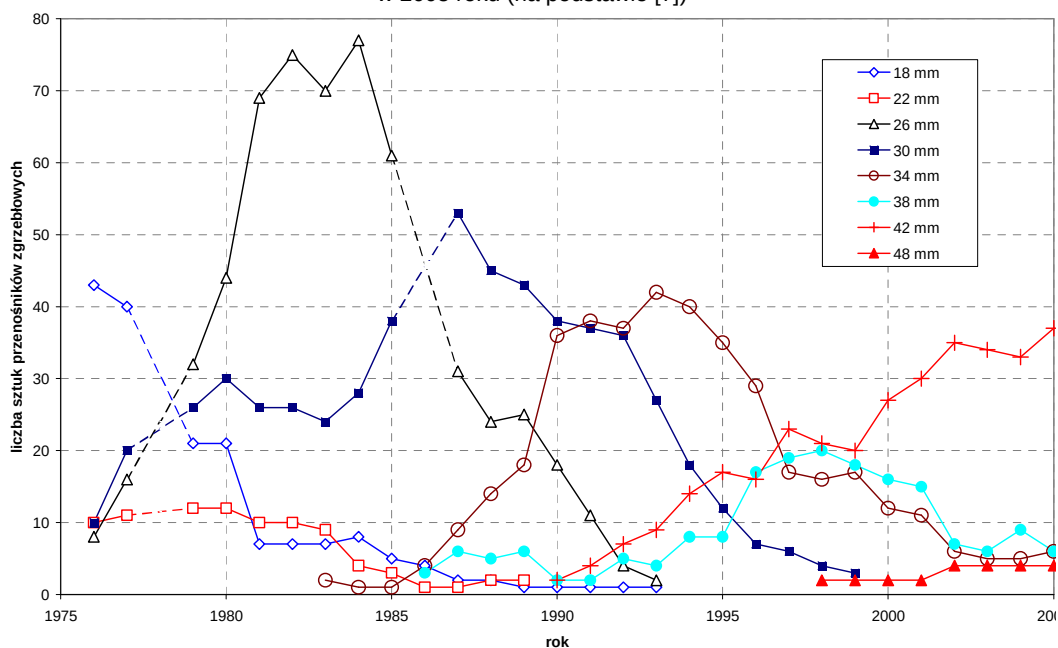
3.3. Odstawa urobku

Szerokość rynien przenośnika zgrzeblowego ścianowego wzrosła, zwłaszcza po 1986 roku, i w 2005 r.

wynosiła 800-1346 mm; najczęściej stosowana szerokość rynien to 1000 mm. Prędkość ruchu łańcucha także wzrosła, w 1976 roku wynosiła 1,07–1,58 m/s (najczęściej występowała 1,27 m/s), a w 2005 roku mieściła się w przedziale 1,1–2,29 m/s. Najczęściej ostatnio prędkość ruchu łańcucha przekracza 1,71 m/s (rys. 7). W 1976 roku wydajność zwykle była rzędu 400-600 ton na godzinę; w 2005 roku sięgała już nawet 7000 ton na godzinę [7]. Średnica łańcucha zawierała się w przedziale 18-30 mm w 1976 roku, by wzrosnąć w 2005 roku do 34-48 mm. Najczęściej stosowana średnica łańcucha to 42 mm (rys. 8).



Rys.7. Prędkość ruchu łańcucha ścianowego przenośnika zgrzeblowego w ścianach w kopalniach węgla w USA w 2005 roku (na podstawie [7])



Rys.8. Typy łańcuchów zgrzeblowych przenośników ścianowych w ścianach w kopalniach węgla w USA w 2005 roku (na podstawie [7])

Średnia całkowita moc napędów w 1976 r. wynosiła 155 kW, a w 2005 roku wynosiła już 2264 kW, przy czym maksymalna 3607 kW, minimalna 921 kW.

Wszystkie obecnie stosowane przenośniki wyposażone są w układy pozwalające na płynny, łagodny rozruch pod obciążeniem oraz system odłączający przeniesienie napędu z silników przy nagłym zatrzymaniu przenośnika w ciągu milisekund.

Wszystkie ścianowe przenośniki zgrzebłowe są także zespolone z przenośnikiem podścianowym i przeładka obu przenośników odbywa się w każdym cyklu urabiania w ścianie, a realizowana jest przez układ siłowników dwustronnego działania zazwyczaj trzech skrajnych sekcji obudowy zmechanizowanej. Zastosowanie połączenia obu przenośników przez tzw. *cross frame* rozwiązuje wiele problemów występujących przy starszych rozwiązaniach m.in.: zwiększa efektywność przenośnika ścianowego przez zmniejszenie recyrkulacji urobku, upraszcza i przyspiesza przekładkę przenośnika podścianowego, zmniejsza zapylenie i znacznie zwiększa bezpieczeństwo pracy.

Przenośnik podścianowy ma zwykle długość 23-30,5 m, a jego wysyp jest tak skonstruowany, by przemieszczenie przenośnika podścianowego, względem przenośnika taśmowego zabudowanego pod końcówką jego częścią, mogło wynieść 3,7-4,6 m [7]. Dzięki specjalnym układom gromadzenia taśmy umożliwiającym zmagazynowanie 25-100 m taśmy przenośnikowej oraz mechanizmowi napinania taśmy i kontroli jej napięcia skracanie długości taśmy odbywa się stosunkowo rzadko.

Tylko sześć kopalń stosuje szybowe ciągnięcie urobku naczyniami skipowymi. Kopalnie te projektowane były z założeniem wykorzystania filarowo-komorowego systemu eksploatacji pokładów węgla i wydajność zaprojektowanego transportu szybowego była dalece nie wystarczająca dla nowoczesnych systemów ścianowych, które zostały w tych kopalniach zaimplementowane na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych. W przeszłości było to więc „wąskie gardło” systemu odstawy urobku, lecz udoskonalenia w konstrukcji naczyń skipowych i zastosowanie efektywniejszych napędów o większej mocy pozwoliły na osiągnięcie wydajności zbliżonych do systemu transportu urobku tylko przenośnikami taśmowymi, od chodnika podścianowego aż do zakładu przerobczego na powierzchni (z wykorzystaniem upadowej) stosowanego w znakomitej większości amerykańskich kopalń.

Ładowności skipów wynoszą zazwyczaj 27-32 tony, prędkość ciągnięcia urobku w szybie 8,63-10,16 m/s ze zminimalizowanymi okresami przyspieszania i hamowania, pozwalającymi na osiągnięcie średniej prędkości ruchu dla cyklu równej 5,59 m/s [7].

4. Podsumowanie

Ścianowy system eksploatacji pokładów węgla w Stanach Zjednoczonych – w czasie, gdy w Europie stosowany był już z powodzeniem – zajmował pozycję outsidera. Niewielka wydajność amerykańskich przodków ścianowych nie pozwalała na skuteczne konkutowanie z innymi technologiami eksploatacji. Milowym krokiem na drodze z marginesu na szczyt było wprowadzenie z Niemiec Zachodnich i zaimplementowanie obudowy osłonowej w połowie lat siedemdziesiątych.

Pierwotnie i technologia eksploatacji, i ścianowe wyposażenie techniczne były importowane, ale w ciągu trzydziestu lat ścianowy system eksploatacji przeszedł gruntowną ewolucję, w wyniku której zajął pozycję lidera zarówno w skali lokalnej, jak i globalnej. Godny uwagi jest prymat technologii ścianowej na rynku amerykańskim, gdzie stosowanie systemów eksploatacji filarowo-komorowej ma długą i pełną sukcesów tradycję. Dominacja w skali świata wyraża się nie tylko osiąganiem rekordów wydobywania, ale także tym, że najważniejszymi producentami wyposażenia technicznego – z którymi konkurują, nieraz skutecznie, polskie fabryki – są firmy amerykańskie.

„Nauka od najlepszych” choć nie łatwa, jest szansą na ulepszenie urządzeń i udoskonalenie technologii eksploatacji ścianowej i w naszym kraju, tak by wyniki produkcyjne polskich przodków ścianowych przynajmniej nie oddalały się od najlepszych na świecie.

Literatura

1. Barczak T.: Design and Operation of Powered Supports for Longwall Mining. Engineering and Mining Journal, June 1993, pp. 28-32.
2. Barczak T., Esterhuizen G. and Dolinar D.: Evaluation of the Impact of Standing Support on Ground Behavior in Longwall Tailgates. Proc. 24th Int. Conf. on Ground Control in Mining, University of West Virginia, Morgantown, USA, 2005, pp. 23-32.
3. Briggs H.: Mining Subsidence. Edward Arnold & Co., 1929, pp. 215.
4. Jaszczyk M.: Uwarunkowania rozwoju technologicznego ścianowych systemów mechanizacyjnych, Maszyny Górnicze nr 4/2007 (112), s. 61-65.
5. Jaszczyk M. i Kozieł A. (red.): Scenariusze rozwoju technologicznego mechanizacji podstawowych procesów produkcyjnych w górnictwie węgla kamiennego. Monografia nr 1, Centrum Mechanizacji Górnictwa KOMAG, Gliwice 2008, s. 90.
6. Peng S. S. Design of Active Horizontal Force for Shield Supports for Controlling Roof Falls. The Mining Engineer, June 1990, pp. 457-461.

-
7. Peng S.S.; Longwall Mining. Syd S. Peng publisher, 2006, pp. 621.
 8. Peng S.S.: Ground Control Failures – A pictorial view of case studies. Syd S. Peng publisher, 2007, pp. 333.
 9. Peng S.S.: Coal Mine Ground Control. Syd S. Peng publisher, 2008, pp. 750.
 10. Reid W.J.: American Longwall Mining. The Mining Engineer, May 1991, pp. 1- 9.
 11. Ritschel W. and Schiffer H.W.: Coal: an American goal. World Coal, vol. 17(5), May 2008, pp. 21-22,24-25.
 12. Rozgonyi T.G., Ozdemir L., Hargitai R., Grubb J., Schissler A., Szigeti L.Z.: US-Coal-Industry 2006 – From coal extraction to coal utilization. Glückauf 10/2006, pp. 464-471.
 13. Sikora W.: Scenariusz rozwoju technologii wydobycia węgla w warunkach utrudnień górniczych, Maszyny Górnicze nr 4/2007 (112), s. 41-51.
 14. Turek M. (red.): Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego. Główny Instytut Górnictwa, Katowice 2008, s. 354.
 15. Weisdack G.V. and Kvikovich J.F.: Importance of Longwall Mining to the Coal Industry. Mining Engineering, 57(12), December 2005, pp. 21-26.
 16. www.msha.gov/sagomine/sagomine.asp
 17. www.wv.gov.org/SagoMineDisasterJuly2006FINAL.pdf
 18. Zhang P., Mishra M., Trackemas J., Zeglen E., Huff C., Peng S. and Chen J.: Pre-Driven Longwall Recovery Room Under Weak Roof Conditions – Design, Evaluation, and Monitoring. Proc. 25th Int. Conf. on Ground Control in Mining, University of West Virginia, Morgantown, USA, 2006, pp. 221-228.
- Artykuł wpłynął do redakcji w marcu 2009 r.*
Recenzent: prof.dr inż. Włodzimierz Sikora

Wykorzystanie krzyżowej analizy wpływów w projektach foresight na przykładzie kadr dla przemysłu maszynowego

Streszczenie

W pracy została przedstawiona krzyżowa analiza wpływów, jako narzędzie wykorzystywane w zarządzaniu strategicznym oraz w projektach typu foresight. Omówiono program komputerowy MICMAC oraz przedstawiono wyniki uzyskane za jego pomocą, na potrzeby nie publikowanego dotychczas raportu panelu tematycznego przemysł maszynowy, w ramach projektu „Foresight Kadr Nowoczesnej Gospodarki”.

Summary

Cross analysis of impacts was presented in the paper as a tool which is used in a strategic management and in foresight projects. MICMAC software was discussed and results obtained with its use for the purposes of so far unpublished report of machine industry thematic panel, within “Foresight of Human Resources of State-of-the-Art Economy” project, were presented.

1. Wprowadzenie

Zarządzanie strategiczne jest procesem obejmującym trzy etapy: analizę, planowanie i zarządzanie. W sensie czynnościowym analiza strategiczna jest zbiorem działań diagnozujących, umożliwiających zbudowanie planu strategicznego i jego realizację. Natomiast w sensie narzędziowym wykorzystuje ona zestaw metod analizy, które pozwalają badać, oceniać i przewidywać przyszłe stany rozważanego obszaru, którym może być dziedzina przemysłu, grupa technologii lub zasoby dla przemysłu, w tym kadra dla przemysłu maszynowego.

Przez analizę strategiczną, rozumie się w szerszym ujęciu, sposób działania właściwy ludziom i organizacjom:

- dążącym do poznania sytuacji, badania szans, wyboru celów i zasad wykorzystania zasobów, wybiegając myślą wiele lat do przodu,
- stosującym zespół technik oraz metod analizy i syntezy, umożliwiających realizację tych dążeń oraz gromadzącym niezbędne do tego informacje,
- charakteryzującym się wolą ustawicznej zmiany obszarów i sposobów działania, zgodnie ze zmianą wizji, stanu bliższego i dalszego otoczenia.

Analizę strategiczną wyróżniają dwie cechy. Pierwsza to łączenie dwu aspektów zarządzania i dwóch źródeł informacji: jednoczesne badanie otoczenia i podmiotowego obszaru badawczego oraz konfrontowanie wyników tych badań. Druga to jej interdyscyplinarny charakter strategiczny – wykorzystywanie metod zarówno ilościowych, jak i jakościowych z dziedziny badanej technologii, ale również z dziedziny gospodarki, środowiska, socjologii, statystyki i marketingu [3].

Podobną metodą kreowania przyszłości są projekty foresight. Charakteryzuje się ona dużą elastycznością, która wynika z możliwości wykorzystania różnej me-

todyki, w zależności od obszaru analizowanej przyszłości. Katalog metod jest otwarty, co jest wynikiem dynamiki, z jaką foresight rozwija się na świecie. Foresight jest często mylony z innymi działaniami zorientowanymi na przyszłość, takimi jak: prognozowanie, badania nad przyszłością czy planowanie strategiczne. Foresight nie jest przewidywaniem, które wyraźnie ustala założenia dotyczące tego, w jaki sposób będzie kształtowała się przyszłość. W rzeczy samej, osoby prognozujące dążą w swoich próbach przewidzenia do precyzji, w jaki sposób świat może wyglądać w danym momencie przyszłości. W odróżnieniu od nich, celem foresightu nie jest przewidywanie, gdyż jest to proces szukający wspólnych wizji przyszłości, które zainteresowane strony chcą zrealizować przez aktualnie podejmowane działania. W ten sposób **foresight nie jest związany z przewidywaniem przyszłości, a raczej z jej kreowaniem** [5].

Dwie popularne definicje foresightu zostały podane przez badaczy brytyjskich. Najczęściej cytowana jest stworzona przez Bena Martina (1995) w SPRU¹, który opisuje foresight badawczy jako „proces zaangażowany w systematyczne próby spojrzenia na długoterminową przyszłość nauki, technologii, gospodarki oraz społeczeństwa, mający na celu identyfikację obszarów badań strategicznych oraz powstających technologii ogólnego zastosowania, które mają potencjał przyniesienia najwyższych korzyści gospodarczych i społecznych. Podobnie foresight technologiczny opisuje Luke Georgiou (1996) w PREST² jako „systematyczne środki oceny rozwoju nauki oraz technologii, który może mieć wyraźny wpływ na konkurencyjność przemysłową, tworzenie bogactwa oraz jakość życia” [5].

¹ SPRU - Science and Technology Policy Research w Wielkiej Brytanii.

² Policy Research in Engineering Science and Technology PREST.

Powyższe definicje wskazują na pięć ważnych aspektów:

- spojrzenie w przyszłość powinno być usystematyzowane,
- foresight odnosi się do dłuższego okresu, który zazwyczaj postrzega się jako dłuższy od normalnego horyzontu planowania i ustalenia strategii (horyzonty czasowe foresightu tym samym wynoszą od 5 do 30 lat),
- postęp nauki/technologii powinien uwzględniać zapotrzebowanie rynku. Mimo iż jest to raczej surowy sposób myślenia o procesie innowacji, faktem jest, iż foresight technologiczny nie powinien być zdominowany wyłącznie przez naukę i technologię; należy poświęcić uwagę także czynnikom społeczno-gospodarczym, które również są istotne w kształtowaniu innowacji,
- foresight skupia się na powstających technologiach ogólnych, o dużych korzyściach społecznych i gospodarczych, gdzie istnieje prawna podstawa do wsparcia rządowego,
- należy zwrócić uwagę na czynnik społeczny, nie tylko ten związany z tworzeniem możliwości; doprowadza to do przyjęcia przez niektóre zadania foresightu, perspektyw bardziej zorientowanych na problem, od samego początku, na przykład; skupiając się na kwestiach takich jak zapobieganie przestępczości, edukacja oraz umiejętności, starzenie się społeczeństwa itd. [5].

Uczestniczący w projektach foresight ustalają priorytetowe kierunki działań, tworząc wspólnie wizję przyszłych osiągnięć. Poza celami doraźnymi (budowanie scenariuszy), foresight ma także istotne znaczenie dla zaspokajania zapotrzebowania na know-how naukowe, biznesowe i kulturowe.

Przyjmuje się, że foresight jest to zbiór narzędzi ułatwiających konstrukcję scenariuszy rozwoju sytuacji w stosunkowo dalekiej perspektywie. Dlatego też, oprócz metod analitycznych, stosowane są metody kreatywne, takie jak burza mózgów, panele eksperckie, analiza między wpływami i scenariuszami [4].

2. Krzyżowa analiza wpływu

Krzyżowa analiza wpływu może stanowić dopełnienie metody Delphi w badaniach foresight, a zarazem jest wstępem do budowania scenariuszy rozwoju. Analizie wpływów krzyżowych poddawane są najczęściej zdarzenia zewnętrzne odnoszące się do analizowanego obszaru badawczego.

Sposobem analizy badanego obszaru jest zwykle analiza mocnych i słabych stron elementów tego obszaru za pomocą listy kluczowych czynników oddziaływania lub tak zwanych kluczowych czynników sukcesu. Podejście to polega na ograniczeniu badań do grupy kryteriów, które uważane są za najważniejsze,

decydujące o pozycji konkurencyjnej i możliwościach rozwojowych [3].

Genezą tej metody jest reguła „80-20”, zgodnie z którą zaledwie 20% zdarzeń decyduje o 80% efektów i odwrotnie – pozostałe 80% zdarzeń przyczynia się zaledwie do 20% efektów. Z tej reguły wynika praktyczny wniosek, że nie warto brać pod uwagę wszystkich czynników oddziaływania, a jedynie wybrać 20% odpowiedzialnych za sukces lub porażkę i poddać je wnikliwej analizie. Niemniej jednak bardzo ważne jest, aby dokonać prawidłowej identyfikacji tych czynników, od czego w zasadniczym stopniu zależy poprawność wyników kolejnych analiz i trafność opracowanych strategii lub scenariuszy foresight [3].

2.1. Kluczowe czynniki oddziaływania

W metodach foresight występują etapy analityczne, w których konieczne jest wyznaczenie kluczowych czynników oddziaływania na dziedzinę będącą w polu obszaru badawczego. Wyznaczenie wyżej wymienionych czynników stanowi pierwszy etap krzyżowej analizy wpływu.

Lista kluczowych czynników oddziaływania jest specyficzna dla różnych obszarów badawczych i zmienia się z upływem czasu. Określenie takiej listy dla danej dziedziny, technologii czy zasobów jest jednym z najtrudniejszych i najważniejszych elementów metody foresight. Lista kluczowych czynników ustalana jest przez ekspertów z danej dziedziny posiadających szeroką wiedzę z danego tematu, pozwalającą na prawidłową interpretację i weryfikację wyników prac [3].

Lista kluczowych czynników oddziaływania zawiera kryteria najważniejsze, ale nie wystarczające do osiągnięcia określonej sytuacji dotyczącej na przykład rozwoju technologii w przyszłości. Zwykle lista zawiera od kilku do kilkunastu pozycji i wynika z dwuetapowego prowadzenia analizy:

- pierwszy etap to analiza dziedziny, technologii czy zasobów według pełnej listy kryteriów oceniających, we wszystkich badanych obszarach, na przykład według kategorii analizy STEEPV, obejmujących obszary oddziaływania społecznego, technologicznego, gospodarczego, środowiskowego, polityczno-prawnego i obszaru wartości, wyłonionych bez żadnych ograniczeń, na przykład metodą burzy mózgów,
- drugi etap to ograniczenie się do wyłonionych z poprzedniej listy, na przykład metodą ekspercką, kluczowych czynników oddziaływania, pod warunkiem uwzględnienia oddziaływania czynników we wszystkich kategoriach analizy [3].

Listę kluczowych czynników oddziaływania dla analizy rozwoju kadr dla przemysłu maszynowego, wyłonionych tą metodą, przedstawiono w tabeli 1.

Kluczowe czynniki oddziaływania [8]

Tabela 1

Nr	Nazwa czynnika	Symbol	Grupa czynników
1	polityka edukacyjna	Pol.edu.	społeczne
2	dostosowanie systemu kształcenia do potrzeb gospodarki	ksz.do.gos	społeczne
3	zasoby i struktura kształcenia do potrzeb gospodarki	ZiSK-gos.	społeczne
4	poziom kadry kształcącej	poz.ka.Ksz	społeczne
5	systemowa współpraca szkół średnich z uczelniami	sz.śr.-Ucz	społeczne
6	transfer wiedzy i technologii	tran w i t	technologiczne
7	kształcenie w zakresie innowacyjności i przedsiębiorczości	inn przeds	technologiczne
8	zmiany koniunktury gospodarczej	zm kon gos	gospodarcze
9	współfinansowanie nauki i kształcenia przez przemysł	NiKsz_prze	gospodarcze
10	poziom nakładów państwa na naukę (strategia Lizbońska)	nak na nau	gospodarcze
11	normy środowiskowe	nr środ	środowiskowe
12	oddziaływanie rynku globalnego i specjalizacji zawodowej w Europie	gl i sp EU	polityczno-prawne
13	konkurencja na rynku światowym wynikająca z rosnącego udziału krajów zagranicznych	konku świa	polityczno-prawne
14	dostosowanie regulacji prawnych do rozwiązań Unii Europejskiej	regulac UE	polityczno-prawne
15	oddziaływanie i akceptacja społeczna	odd i akce	Wartości

2.2. Wykorzystanie programu komputerowego MIC-MAC w krzyżowej analizie wpływów

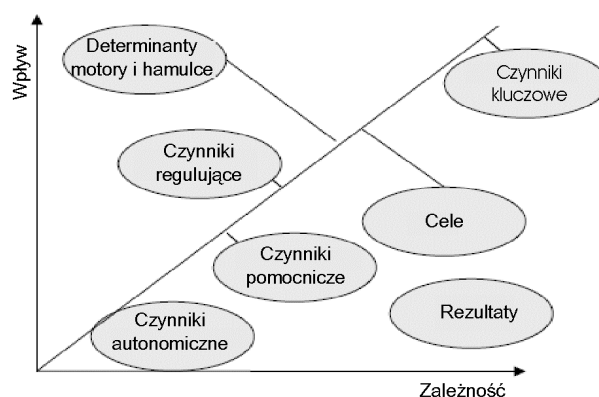
Krzyżowa analiza wpływów, co do zasady może być realizowana na dwa sposoby: liczbowo bądź opisowo. Wybór odpowiedniego sposobu uzależniony jest od złożoności problemu, a w szczególności od liczby przyjętych czynników kluczowych [7].

W tym celu grupa ekspertów ma za zadanie oszacowanie prawdopodobieństwa zaistnienia różnych zdarzeń i – co więcej – oszacowania prawdopodobieństwa pojawienia się każdego z nich, jeżeli każde z pozostałych zaistnieje lub nie. Krzyżowa analiza wpływów uwzględnia powiązania i łańcuchy przyczynowo-skutkowe. Takie podejście pozwala skonstruować macierz warunkowych wpływów. Macierz ta poddana jest analizie matematycznej za pomocą wyspecjalizowanego oprogramowania.

Przykładem specjalistycznego narzędzia jest program komputerowy służący do Analizy Strukturalnej Wpływów (Cross-Impact) MicMac, opracowany przez francuski CNAM³ (1994) [2].

³ Założone, we Francji, przez ojca Gregoire Conservatoire National des Arts et Metiers zwane potocznie le CNAM. jest jedną z najstarszych na świecie instytucji kształcenia ustawicznego. Ojciec Gregoire chciał umożliwić ludziom kształcenie się i zdobywanie zawodu „we własnym indywi-

Zaletą zastosowania programu MicMac jest możliwość wyznaczenia czynników wywierających wpływ w sposób bezpośredni i pośredni, a w szczególności tych, które mogą łatwo umknąć uwadze analityka. Narzędzie to jest często używane na początkowym etapie prac, nad studiami przyszłości, w celu zdefiniowania spójnych ram procesu oraz przy budowie scenariuszy. Po przedyskutowaniu i zdefiniowaniu przez ekspertów wzajemnych zależności pomiędzy poszczególnymi zmiennymi systemu, macierz wygenerowana przez program MicMac pomaga pogrupować różne zmienne oraz wyznaczyć te, które wywierają największy wpływ na system, jako całość (rys. 1).



Rys.1. Grupowanie czynników kluczowych za pomocą programu MicMac [1]

Rolę przedstawionych terminów zdefiniować można następująco:

- „Czynniki Kluczowe” (Key variables) łączą w sobie siłę oddziaływania z dużym stopniem zależności, wskazując, które działania powinny być uznane za priorytetowe w procesie opracowywania Planów Strategicznych.
- „Czynniki Decydujące” (Determinant variables) wywierają bardzo silny wpływ na system i dlatego mogą zachowywać się jako czynniki napędzające i hamujące; są one bardzo trudne do skontrolowania. Wiedza na ich temat jest niezwykle istotna w procesie obserwowania trendów długoterminowych w badaniach nad przyszłością.
- „Cele” i „Rezultaty” (Targets, Results): ewolucja tych czynników będzie zależeć od rozwoju pozostałych zmiennych w systemie. Niektóre z nich mogą być użyte jako zmienne kontrolne w kwestionariuszu delfickim.
- „Zmienne Regulujące” i „Narzędzia Pomocnicze” (Regulating variables, Secondary variables) są

dualnym rytmie”, co oznaczało możliwość pobierania nauk niezależnie do wieku. Obecnie CNAM to sieć 150 znakomitych ośrodków szkoleniowych, które umożliwiają nie tylko zdobycie nowej wiedzy dla zaspokojenia własnej ciekawości, ale także zdobycie konkretnego zawodu i dyplomu technika albo inżyniera w toku studiów dziennych, wieczornych, zaocznych albo indywidualnych [9].

umiejscowione blisko centrum macierzy i mogą okazać się pomocne do osiągnięcia celów strategicznych, jednakże ich wpływ na całość systemu nie jest decydujący.

- „Zmienne Autonomiczne” (Autonomous variables) to te, które wykazują najmniejszy wpływ na zmiany zachodzące w systemie jako całości [1].

2.3. Procedura postępowania przy stosowaniu programu

Ustalenie czynników oddziaływania

Pierwszy etap składa się z określenia, na drodze przewidywań, wszystkich zmiennych charakteryzujących analizowany system (zarówno zmiennych zewnętrznych, jak i wewnętrznych). Na tym etapie, by nie wykluczać żadnych możliwych powiązań, konieczna jest wszechstronność wiedzy ekspertów. Dodatkowo do paneli ekspertów, które są spotkaniami wymiany poglądów, niezbędne jest poszerzenie zbioru zmiennych, przez niekonwencjonalne dyskusje z reprezentantami obszaru będącego przedmiotem studiów. Szczególnie ważne jest szczegółowe wyjaśnienie czynników zmiennych w czasie, co pozwala na lepsze postrzeganie relacji pomiędzy nimi w dalszej analizie. Lista wewnętrznych i zewnętrznych czynników, nie powinna obejmować więcej niż 70 do 80 pozycji [6].

Opis relacji pomiędzy czynnikami

Analiza strukturalna pozwala łączyć zmienne czynniki w dwu-parametrową tablicę relacji bezpośrednich [6]. Dane wejściowe macierzy są zwykle jakościowe. Wartość 0 odpowiada przypadkowi, gdy nie ma relacji pomiędzy czynnikami x i y . W przypadku, gdy relacja istnieje możliwe jest zadekretowanie intensywności relacji (1 = słaba, 2 = średnia, 3 = mocna, P = potencjalna) [6].

Etap gromadzenia danych wejściowych pomaga wprowadzić N zmiennych, do macierzy $N \times N$ (prawie 5000 relacji dla 70 czynników), z których część mogłaby zostać pominięta bez systemowej i kompleksowej analizy. Procedura zadawania pytań pozwala nie tylko uniknąć błędów, ale również uporządkować i sklasyfikować poglądy, przez wytworzenie wspólnego języka wewnątrz grupy; daje to możliwość ponownego zdefiniowania zmiennych czynników i w ten sposób uściślenia analizy systemowej [6].

Identyfikacja czynników kluczowych

Faza identyfikacji czynników kluczowych, polega na analizie relacji bezpośrednich, a następnie pośrednich [6].

Bezpośrednia klasyfikacja

Suma relacji w wierszach wskazuje na ważność wpływu czynnika na cały system (poziom macierzy

bezpośredniej). Suma relacji w kolumnach wskazuje na stopień zależności zmiennego czynnika (poziom bezpośredniej zależności) [6].

Pośrednia klasyfikacja

Pozwala na wykrycie ukrytych czynników zmiennych poprzez programowe macierzowe mnożenie zastosowane w pośredniej klasyfikacji. Program ten pozwala analizować dyfuzję wpływów za pomocą ścieżek i pętli sprzężenia zwrotnego, i w konsekwencji sortować czynniki według:

- wpływów, biorąc pod uwagę ścieżki i pętle o długości 1,2,... N wynikające z każdego czynnika,
- zależności, biorąc pod uwagę ścieżki i pętle o długości 1,2,... N wpływające na każdy czynnik.

Zwykle, klasyfikacja staje się stabilna po 3, 4, lub 5 mnożeniu [6].

Potencjalna, bezpośrednia klasyfikacja

Jest to klasyfikacja, która uwzględnia potencjalne związki (które jeszcze obecnie nie istnieją, ale które dzięki ewolucji systemu mogą wystąpić, w mniej lub bardziej odległej przyszłości) [6].

Potencjalna, pośrednia klasyfikacja

Jest to klasyfikacja, która rozpatruje relacje potencjalne. Porównanie wyników (bezpośredniej, pośredniej i potencjalnej klasyfikacji) daje możliwość zarówno potwierdzenia ważności pewnych zmiennych czynników, jak również odkrycia pewnych czynników, które w swoim pośrednim oddziaływaniu odgrywają kluczową rolę, a których bezpośrednia klasyfikacja nie pozwala uwzględnić. Porównanie hierarchii zmiennych czynników uzyskanych w oparciu o poszczególne klasyfikacje pozwala na pełną analizę [6].

Zalety stosowania programu MicMac

Jednym z podstawowych celów analizy jest stymulacja myślenia wewnątrz grupy i zainicjowanie refleksji nad przeciwnymi do intuicji aspektami zachowania systemu. Nie ma jednego i sformalizowanego sposobu odczytywania wyników analizy MicMac, zależy ona głównie od podejścia grupy ekspertów dokonujących jej interpretacji. Ponadto, metoda prezentuje zalety, pozwalając na jakościową analizę skrajnie różnych systemów [6].

Ograniczenia wynikające ze stosowania narzędzia MicMac

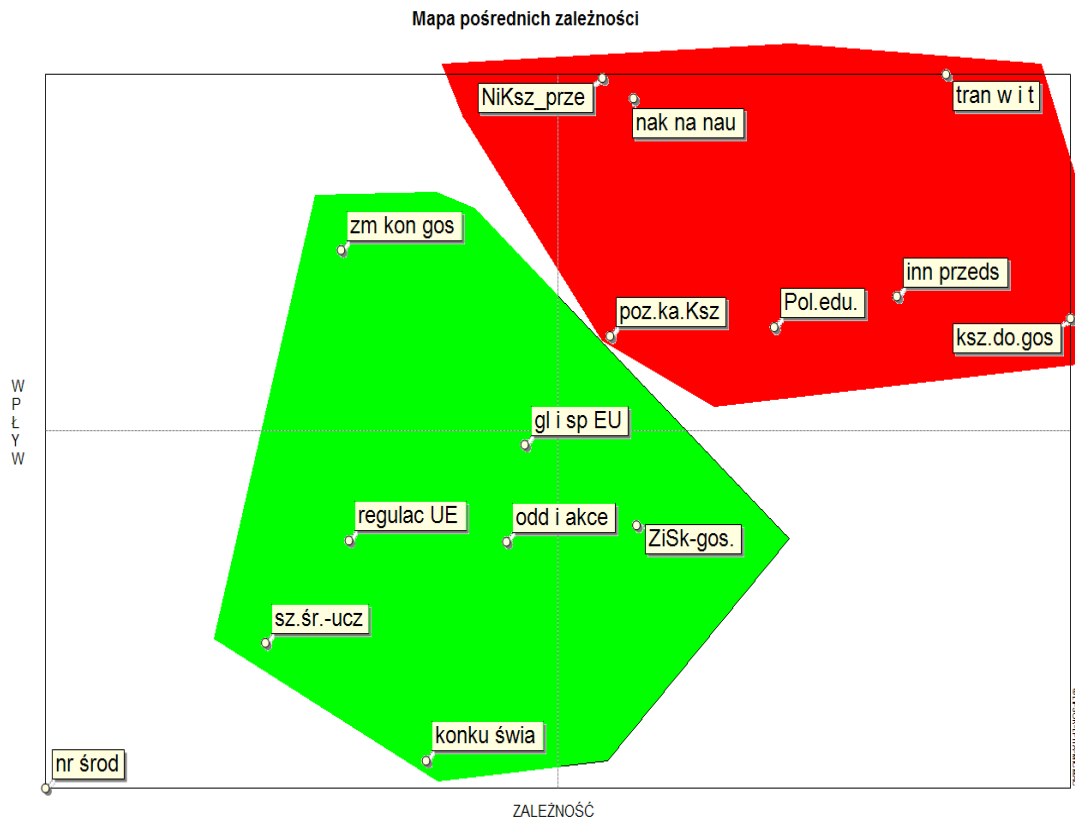
Ograniczenia wynikają z subiektywnego charakteru listy zmiennych czynników ustalonej w pierwszej fazie, jak również z relacji pomiędzy tymi czynnikami [6].

Analiza strukturalna jest czasochłonna i wymaga pracy przez okres około 6 do 8 miesięcy. Wszystko zależy oczywiście od rytmu pracującej grupy i czasu,

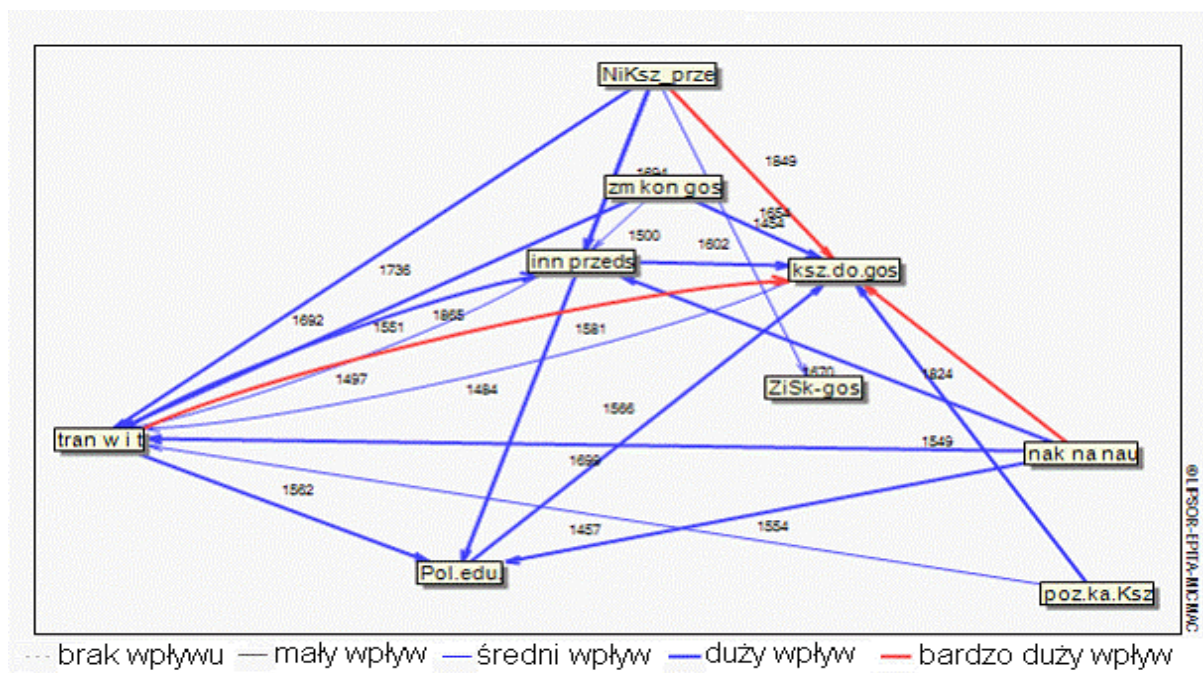
który może ona poświęcić na takie studium. Wskazana jest zewnętrzna ekspertyza, nawet jeśli nie jest ona szczególnie znacząca, zarówno dla metodyki, jak i analizowanego przedmiotu [6].

2.4. Wyniki analizy krzyżowej

W tabeli 2 przedstawiono przykładową macierz czynników utworzoną za pomocą programu MicMac. Czynnikiem zostały przypisane przez ekspertów odpo-



Rys.2. Mapa zależności czynników dla wpływów pośrednich [8]



Rys.3. Graf pośrednich wpływów czynników [8]

wiednie wagi. W tabeli użyto skróty nazw czynników kluczowych, których pełne nazwy zostały zamieszczone w tabeli [8].

Macierz kluczowych czynników oddziaływania wraz z określeniem skali ich wzajemnego wpływu [8]

Tabela 2

	1 : Pol.edu.	2 : ksz.do.gos	3 : ZiSK-gos.	4 : poz.ka.Ksz	5 : sz.śr.-Ucz	6 : tran w i t	7 : inn przeds	8 : zm kon gos	9 : NiKsz prze	10 : nak na nau	11 : nr śród	12 : gl i sp EU	13 : konku świa	14 : regulac UE	15 : odd i akce
1 : Pol.edu.	0	3	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2
2 : ksz.do.gos	2	0	2	2	2	3	2	1	2	2	1	2	2	2	2
3 : ZiSK-gos.	2	3	0	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	1	1
4 : poz.ka.Ksz	2	3	2	0	2	3	3	1	2	2	1	1	1	1	2
5 : sz.śr.-Ucz	2	2	2	1	0	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2
6 : tran w i t	2	3	2	3	2	0	3	2	3	3	1	2	2	2	2
7 : inn przeds	2	3	2	2	1	3	0	2	2	2	1	2	2	1	2
8 : zm kon gos	3	3	2	2	1	3	2	0	2	2	1	2	2	1	2
9 : NiKsz prze	3	3	3	3	1	3	3	2	0	2	1	2	2	2	2
10 : nak na nau	3	3	3	3	2	2	3	2	2	0	1	2	2	2	2
11 : nr śród	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	1	1	2
12 : gl i sp EU	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	0	2	2	1
13 : konku świa	1	1	1	1	0	2	2	2	1	1	1	2	0	1	1
14 : regulac UE	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	1	0	1
15 : odd i akce	2	2	1	1	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	0

© LIPSOR-EPTA/MICMAC

Na rysunku 2 przedstawiono usytuowanie poszczególnych czynników wpływu na podstawie uzyskanej macierzy.

Na rysunku 3 przedstawiono zależności pomiędzy analizowanymi czynnikami.

Na podstawie otrzymanych wyników można pogrupować czynniki i zidentyfikować dwa dominujące obszary oddziaływania czynników: wykorzystywane do opracowania scenariusza „Lider”, uwzględniającego czynniki kluczowe oraz scenariusza „Doganianie i rozwój”, w którym dominują cele, czynniki regulujące i pomocnicze. Czynnikiem autonomicznym jest „ochrona środowiska”.

3. Podsumowanie

Specyfika foresightu wynika z możliwości wykorzystania różnych metod w zależności od analizowanej problematyki w ujęciu przyszłościowym, jak i odpowiedniego łączenia metod. Jedną z tych metod jest analiza krzyżowa, do przeprowadzenia której można wykorzystać program komputerowy MicMac. Jest ona bardzo użyteczna i daje możliwość przeprowadzenia badań analitycznych na dużej liczbie zmiennych, ukazując ich wzajemne powiązania i relacje wpływu. Metoda ta prezentuje wyniki w postaci wykresów i ze-

stawienia relacji występujących między kluczowymi czynnikami. Analiza ta jest narzędziem adaptowanym do globalnego myślenia w zakresie określonego obszaru.

Jeżeli 80% uzyskiwanych wyników jest oczywistych i potwierdza związki wynikające z intuicji ekspertów, to pozostaje jeszcze praca nad interpretacją pozostałych wyników niezgodnych z intuicją.

Literatura

1. Birte H.J., Bonacina M., Oniszk-Popławska A., Velte D., Wehnert T.: Metoda foresight'u technologicznego zastosowana do oceny przyszłości energetycznej Europy w projekcie EurEnDel.
2. Foresight priorytetowe technologie dla zrównoważonego rozwoju województwa świętokrzyskiego. Zakładka - Założenia projektu <http://www.tu.kielce.pl/foresight/zalozenia.html>
3. Gierszewska G., Romanowska M.: Analiza strategiczna przedsiębiorstwa. PWE, Warszawa 2001.
4. Kuciński J.: Organizacja i prowadzenie projektów foresight w świetle projektów międzynarodowych, Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa 2006.
5. Materiał UNIDO. PARP: Foresight Technologiczny tom 1 Organizacja i metody. UNIDO, Warszawa 2005.
6. MICMAC Structural Analysis. http://www.3ie.fr/lipsor/lipsor_uk/micmac_uk.htm
7. Praca zbiorowa: Foresight województwa mazowieckiego, krzyżowa analiza wpływów, scenariusze rozwoju, priorytetowe technologie; Raport nr 3.
8. Praca zbiorowa: Materiał panelu tematycznego przemysł maszynowy opracowany w ramach projektu „Foresight Kadr Nowoczesnej Gospodarki”, ITG KOMAG, Gliwice, marzec 2009 (praca nie publikowana).
9. Wons Z.: Klastery. Światowy Kongres OECD. Innowacje nr 11 <http://www.gazetainnowacje.pl/innowacje11/strona8.htm>

Artykuł wpłynął do redakcji w marcu 2009 r.

Recenzent: prof.dr hab.inż. Marek Jaszczyk

Zapewnienie jakości produkcji urządzeń przeznaczonych do pracy w przestrzeniach zagrożonych wybuchem w aspekcie wymagań normy PN-EN 13980:2004

Streszczenie

Producent urządzeń i/lub systemów ochronnych przed wprowadzeniem ich do obrotu w zależności od grupy urządzeń i ich kategorii, stosuje procedury oceny zgodności zawarte w załączniku 1 do dyrektywy 94/9/WE (ATEX). Podstawowym sposobem zagwarantowania zgodności wyrobów produkowanych seryjnie z typem opisanym w certyfikacie badania typu WE jest stosowanie systemu jakości produkcji, kontroli i badań, zatwierdzonego przez jednostkę notyfikowaną. Niniejszy artykuł ma na celu przedstawienie jednego z aspektów procesu oceny zgodności maszyn i urządzeń przeznaczonych do pracy w atmosferze potencjalnie zagrożonej wybuchem, związanego ze sposobem zapewnienia powtarzalności cech konstrukcyjnych wyrobów decydujących o skuteczności zastosowanych środków ochrony przeciwybuchowej w fazie produkcji. Polega on na wdrożeniu i utrzymaniu systemu jakości spełniającego ustalone wymagania.

Summary

Manufacturer of equipment and/or protective systems uses the procedures for conformity assessment included in Enclosure 1 to 94/9/EC (ATEX), before commercialization of equipment and/or protective systems and depending on a group of equipment and its category. The use of quality system for production, control and tests, which is approved by a notified body, is a basic way to guarantee a conformity of products manufactured in series with a type described in a certificate of CE type testing. The paper aims to present one of the aspects of the process of conformity assessment of machines and equipment, designed for operation in atmosphere potentially threatened by explosion, which is associated with a method of ensuring repeatability of design features of products, which decide about effectiveness of used explosion protective measures during manufacturing. It consists in an implementation and maintenance of quality system which meets the set requirements.

1. Zasady wprowadzania wyrobów na rynek Unii Europejskiej

W procesie otwierania się rynków dla międzynarodowego handlu niezwykle istotne jest wyeliminowanie barier technicznych, które pojawiły się przede wszystkim jako efekt licznych regulacji wewnętrznych wprowadzanych przez poszczególne kraje.

Działania te dotyczą wszystkich towarów w obrocie między państwami Wspólnoty Europejskiej i opierają się na dwóch podstawowych dokumentach:

- Jednolitym Akcie Europejskim,
- Białej Księdze z 1985 r., w której Komisja Europejska nakreśliła projekty około 280 dyrektyw przewidujących eliminację barier fiskalnych, technicznych oraz fizycznych w obrocie między państwami WE.

W Unii Europejskiej funkcjonują dwa obszary związane z dopuszczaniem wyrobów do obrotu:

- prawnie regulowany Dyrektywami Nowego Podejścia,
- prawnie nieregulowany, w którym dopuszczanie wyrobów do obrotu, wobec braku zagrożeń nie podlega regulacjom ze strony wspomnianych dokumentów.

W zakresie obszaru prawnie regulowanego w Unii Europejskiej obowiązują ujednolicone przepisy dotyczące wytwarzania i obrotu wyrobami, które mają wyższą rangę niż prawo krajowe państw członkowskich, a głównym instrumentem prawnym harmonizacji unijnych wymagań są dyrektywy, które są obowiązkowe i muszą być przeniesione do prawa krajowego (w Polsce na drodze rozporządzeń) [10].

Dyrektywy definiują zakres wyrobów, które im podlegają. O ile dyrektywy starego podejścia szczegółowo określały wymogi techniczne, w celu ujednolicenia ich w poszczególnych krajach członkowskich, to w ramach „nowego podejścia”, harmonizacja techniczna ujednolica jedynie zasadnicze (podstawowe) wymagania techniczne (*essential requirements*).

Zgodnie z założeniami Dyrektyw Nowego Podejścia wyrób może być wprowadzony na rynek w przypadku, gdy spełnia zasadnicze wymagania. Przestrzeganie zasadniczych wymagań ma ograniczyć zagrożenia, które mogą wystąpić trakcie użytkowania danego wyrobu. Producent musi przeprowadzić analizę zagrożeń mającą na celu stwierdzenie, które z zasadniczych wymagań mają zastosowanie do danego wyrobu.

Wyrób przed wprowadzeniem na rynek UE zostaje poddany procedurze oceny zgodności przewidzianej w dyrektywie, której dany wyrób podlega (jednej lub kilku).

Według nowych, zaktualizowanych w 2008 r. zasad, procedury oceny zgodności oparte są na ośmiu podstawowych modułach oznaczonych literami od A do H i ośmiu uzupełniających moduły podstawowe, oznaczanych od A1 do H1, a także A2 i C2. Łącznie istnieje 16 modułów, które mogą występować w różnych kombinacjach¹. Każda z Dyrektyw Nowego Podejścia wymienia kilka z nich, wybranych w zależności od stopnia złożoności wyrobu i sposobu oceny.

Produkty, które odpowiadają założonym wymaganiom oznakowane są znakiem CE (*conformite europeenne*). Znak ten potwierdza, że producent lub importer przeprowadził wymaganą procedurę oceny zgodności wyrobu z odpowiednim standardem. Oznakowanie CE symbolizuje, więc zgodność wyrobu z regulacjami UE, które mają do niego zastosowanie [3, 10]. W praktyce każda z dyrektyw przewiduje procedury oceny zgodności oparte na kilku spośród dostępnych modułów, dając producentowi możliwość wyboru spośród nich.

2. Podstawowe wymagania dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem - Dyrektywa 94/9/WE (ATEX)

W przypadku wielu dyrektyw, procedury obok oceny zgodności wyrobu z wymaganiami zasadniczymi przewidują również konieczność przeprowadzenia oceny systemu jakości przez wybraną jednostkę notyfikowaną. Taka sytuacja zachodzi między innymi w przypadku urządzeń przeznaczonych do pracy w przestrzeniach zagrożonych wybuchem, objętych Dyrektywą 94/9/WE (ATEX) (*Atmosphere Explosible*), wprowadzoną do polskiego prawodawstwa Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 22 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem [1, 2, 11].

Stosowanie materiałów stanowiących źródło zapłonu oraz urządzeń zasilanych energią elektryczną w przestrzeniach potencjalnie zagrożonych wybuchem od lat stanowi poważny problem. W przestrzeniach, w których produkuje się, użytkuje lub przechowuje ciecze

łatwo zapalne lub gazy palne istnieje możliwość przenikania par tych cieczy i gazów do otaczającej je przestrzeni i tworzenia z powietrzem mieszanin.

Podobnie dzieje się w przypadku urabiania skał (np. calizny węglowej) lub produkcji i transportu materiałów sypkich, gdyż wówczas do otaczającego powietrza mogą przedostawać się pyły i tworzyć z nim mieszaniny. Przy małych lub bardzo dużych stężeniach czynnika palnego bywa tak, że mieszanina nie jest zapalna, ale przy odpowiednich proporcjach może powstać tzw. mieszanina wybuchowa [4, 8].

Do inicjacji gwałtownego spalania w przypadku występowania materiału palnego i tlenu z powietrzem może dojść poprzez impuls w wyniku zadziałania związanego z:

- nagrzaną powierzchnią,
- iskrzeniem w obwodach elektrycznych,
- łukiem elektrycznym,
- wyładowaniem atmosferycznym,
- wyładowaniem elektryczności statycznej,
- iskrą mechaniczną.

Atmosfera wybuchowa może, zatem powstawać z powodu:

- zjawiska naturalnego,
- nieszczelności,
- awarii lub nieprawidłowego działania urządzenia,
- nieprawidłowego przebiegu procesów, które mogą spowodować awarię urządzeń elektrycznych.

a także w trakcie napraw, bądź działań konserwacyjnych.

Wybuch powoduje działania silne niszczące, ponieważ rozprzestrzenia się błyskawicznie, a powstałe w wyniku spalania gazy tworzą falę uderzeniową.

Z definicji o wybuchu mówimy wtedy, jeśli prędkość reakcji jest wyższa od prędkości dźwięku.

W aspekcie wymienionych wcześniej zjawisk nadzrędnym celem projektowania i wytwarzania urządzeń oraz systemów ochronnych jest redukcja do minimum możliwości wystąpienia zapłonu i/lub wybuchu. Celem Dyrektywy 94/9/WE (ATEX) jest maksymalne zmniejszenie lub całkowita eliminacja ryzyka, jakie wiąże się ze stosowaniem dowolnego wyrobu w obszarach, w których może występować atmosfera grożąca wybuchem, określana jako strefa Ex.

Sprzęt, którego dotyczy dyrektywa jest podzielony na dwie grupy i kategorie w zależności od przeznaczenia i czasu trwania lub częstotliwości występowania atmosfer zagrożonych wybuchem.

Grupa I dotyczy sprzętu używanego w kopalniach podziemnych, natomiast grupa II obejmuje pozostały sprzęt. Dodatkowo w dyrektywie pojawiają się kategorie zależne od częstotliwości występowania zagrożeń, poczynając od ciągle lub często występującej do rzad-

¹ Decyzja Parlamentu Europejskiego i Rady Nr 768/2008/WE z dnia 9 lipca 2008 r. w sprawie wspólnych ram dotyczących wprowadzania produktów do obrotu, uchylająca decyzję Rady 93/465/EWG. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej z dnia 13.08.2008 r.

ko występującej i krótkotrwałej atmosfery zagrożenia wybuchem [11, 7].

Dyrektywa 94/9/WE (ATEX) definiuje jedynie podstawowe wymagania, jakie musi spełniać produkt przeznaczony do stosowania w strefach zagrożonych wybuchem, a w szczególności :

- definiuje przestrzenie wybuchowe,
- wprowadza podział na grupy i kategorie urządzeń przeznaczonych do pracy w tych przestrzeniach,
- określa wymogi bezpieczeństwa dotyczące projektowania i budowy urządzeń i systemów ochronnych do użytku w strefach zagrożonych wybuchem,
- opisuje procedurę badania urządzeń przez jednostki notyfikowane oraz określa treść deklaracji zgodności,
- określa minimalne kryteria, jakie powinny być uwzględnione przy notyfikowaniu jednostek,
- określa sposób oznakowania urządzeń i systemów ochronnych,
- podaje wzór oznakowania CE.

Procedura oceny zgodności przedstawiona w rozdziale 8.1 Dyrektywy 94/9/WE (ATEX), obejmująca badanie typu WE wymaga, aby producent stosował system zarządzania jakością, zapewniający jakość produkcji lub jakość wyrobów, który został oceniony i zaakceptowany przez jednostkę notyfikowaną [2, 7].

Ogólne wymagania dotyczące systemu jakości zawarto w p. 3.2 załączników IV i VII Dyrektywy 94/9/WE, zgodnie z którymi producent urządzeń stosowanych w atmosferze potencjalnie zagrożonej wybuchem powinien stosować zatwierdzony system jakości produkcji, kontroli i badań wyrobu finalnego.

System ten powinien zapewniać zgodność urządzeń z typem opisanym w certyfikacie badania typu WE i wymaganiami dyrektywy mającymi do niego zastosowanie. Zgodnie z wymaganiami dyrektywy, wszystkie elementy systemu, wymagania i postanowienia przyjęte przez producenta, powinny być opisane w formie procedur, instrukcji lub innych dokumentów [2, 9, 7].

Dokumentacja systemu jakości producenta powinna zawierać, między innymi [6]:

- cele (przedsięwzięcia) dla zapewnienia jakości,
- schemat organizacyjny,
- odpowiedzialność i uprawnienia kierownictwa w zakresie zapewnienia jakości urządzeń,
- opis procesu produkcji, kontroli jakości, technik oraz systematycznych działań jakie będą stosowane dla zapewnienia jakości wyrobu,
- opis badań i prób, prowadzonych przed, podczas i po wyprodukowaniu, ze wskazaniem ich częstości,
- dokumenty dotyczące jakości, takie jak: raporty i dane z badań, dane dotyczące wzorcowania, raporty na temat kwalifikacji personelu itp.,

- opis środków nadzoru pozwalających na kontrolę osiągnięcia wymaganej jakości urządzeń i skutecznego działania systemu jakości.

Jednostka notyfikowana o odpowiednich uprawnieniach ocenia system jakości w celu stwierdzenia czy spełnia on wymagania. Oceniając system jakości jednostka może kierować się domniemaniem zgodności w przypadku, gdy badane systemy są wprowadzane przez odpowiednie normy zharmonizowane. W skład zespołu auditorów powinien wchodzić, co najmniej jeden specjalista posiadający doświadczenie w ocenie technologii wytwarzania analizowanego urządzenia [6].

W październiku 2002 roku została przyjęta przez CEN norma EN 13980, która jest uzupełnieniem normy EN ISO 9001² i ma zastosowanie w przypadku produkcji wyrobów przeznaczonych do użycia w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Jest to norma zharmonizowana z Dyrektywą 94/9/WE.

Źródłem powstania tego dokumentu było dążenie producentów do uporządkowania i ujednolicenia stawianych im wymagań przez jednostki notyfikowane uprawnione do oceny producentów i zatwierdzania systemów jakości.

W 2004 roku norma ta została wdrożona przez Polski Komitet Normalizacyjny jako PN-EN 13980:2004.

3. Norma PN-EN 13980:2004 Przestrzenie zagrożone wybuchem. Zastosowanie systemów jakości – Specyficzne wymagania

Norma PN-EN 13980:2004 stanowi rozszerzenie ISO 9001:2000 i przede wszystkim skupia się na systemach jakości w produkcji wyrobów przeznaczonych do pracy w przestrzeniach zagrożonych wybuchem, w aspekcie wymagań Załącznika IV i VII Dyrektywy 94/9/WE (ATEX).

W tekście normy nie zawarto pełnych wymagań normy ISO 9001:2000, jak zaprezentowano to przykładowo w specyfikacji technicznej ISO/TS 16949:2002. Autorzy normy przywołują kolejne punkty normy ISO 9001, wprowadzając dodatkowo te wymagania, które wynikają z wieloletnich doświadczeń związanych z produkcją urządzeń budowy przeciwwybuchowej. W ten sposób wiele ogólnie sformułowanych wymagań z normy ISO 9001:2000 zostało uszczegółowionych, bądź też rozszerzonych.

W omawianym dokumencie autorzy umieścili szereg uwag i odniesień związanych ze specyfiką urządzeń przeznaczonych do pracy w atmosferze potencjalnie zagrożonej wybuchem, jak również odniesień w dwóch załącznikach informacyjnych.

² Norma PN-EN ISO 9001:2001 *Systemy zarządzania jakością. Wymagania* - zastąpiona przez PN-EN ISO 9001:2009 *Systemy zarządzania jakością - Wymagania*.

Z normy wyłączono całkowicie element dotyczący projektowania i rozwoju wyrobu, a większość wymagań zawartych w PN-EN 13980:2004 koncentruje się na zagadnieniach dotyczących technologii wytwarzania, co podkreślono we wstępie oraz zakresie normy [5].

Pozostałe punkty normy uzupełniono o następujące, dodatkowe wymagania:

- **Punkt 4.1 (Wymagania ogólne)**

W punkcie tym wyraźnie podkreślono obowiązki producenta, który musi ustanowić i utrzymywać system zarządzania, gwarantujący zapewnienie zgodności wyrobu z typem opisanym w certyfikacie badania typu WE.

- **Punkt 4.2 (Wymagania dotyczące dokumentacji)**

W analizowanym obszarze wzmocniono wymagania dotyczące nadzoru nad dokumentami, szczególnie w zakresie informacji zawartych w dokumentach producenta.

Norma uściśla wymagania w zakresie dokumentacji technicznej stanowiącej podstawę produkcji urządzeń pracujących w przestrzeni zagrożonej wybuchem i wymaga by producent posiadał udokumentowany system, który:

- łączy wszystkie rysunki szczegółowe z rysunkami zestawieniowymi,
- rozróżnia rysunki dotyczące wyrobów przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem, np. poprzez użycie unikalnej serii numerów rysunków względnie oznakowania Ex,
- zapewnia, że żadna z właściwości, zdefiniowanych w certyfikacie badania typu WE i dokumentacji technicznej (np. rysunki zestawieniowe), nie została zmodyfikowana.

- **Punkt 5.5 (Odpowiedzialność i uprawnienia)**

Niezależnie od wymagań zawartych w normie EN ISO 9001:2000 wprowadzono zapis, aby producent dodatkowo sprecyzował uprawnienia oraz odpowiedzialność w zakresie:

- produkcji wyrobów przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem,
- współpracy z jednostką notyfikowaną wydającą certyfikaty badania typu WE, np. w związku z planowanymi zmianami w dokumentacji technicznej, a tym samym w certyfikacie badania typu WE,
- współpracy z jednostką notyfikowaną oceniającą system jakości, np. w związku z jego modyfikacją,
- autoryzowania zezwoleń,
- informowania klientów o jakichkolwiek specjalnych warunkach dotyczących bezpiecznego stosowania produkowanego wyrobu i jakichkolwiek planowanych ograniczeniach (m.in. specjalne warunki stosowania zapisane w certyfikacie).

- **Punkt 5.6 (Przegląd zarządzania)**

Wprowadzono do punktu dodatkowe wymagania dotyczące maksymalnego okresu pomiędzy przeglądami, który powinien mieścić się w granicach od 12 do 14 miesięcy.

- **Punkt 7.1 (Planowanie realizacji wyrobu)**

Wymagania w całości odniesiono do punktu 7.1 normy ISO 9001:2000, natomiast przykłady konkretnych działań zawarto w dwóch załącznikach informacyjnych A i B, w których opisano w jaki sposób spełnić wymagania w odniesieniu do poszczególnych środków ochrony przeciwwybuchowej.

Ochrona przeciwwybuchowa urządzeń polega na zastosowaniu takich rozwiązań konstrukcyjnych, które nie pozwalają na powstanie gorących powierzchni podczas pracy urządzenia czy ograniczających powstawanie iskier.

W załączniku A zawarto szczegółowe zalecenia dotyczące technologii wytwarzania i badań urządzeń:

- ognioszczelnych (Ex d),
- iskrobezpiecznych (Ex i),
- budowy wzmocnionej (Ex e),
- z osłoną gazową z nadciśnieniem (Ex p),
- hermetyzowanych (Ex m),
- z osłoną olejową (Ex o),
- z osłoną piaskową (Ex q).

- **Punkt 7.3 (Projektowanie i rozwój)**

Z uwagi na fakt, iż norma PN-EN 13980:2004 dotyczy technologii wytwarzania, z jej zakresu wyłączono zagadnienia związane z projektowaniem i rozwojem wyrobów.

- **Punkt 7.4 (Zakupy)**

Pomimo, że w normie ISO 9001:2000 zagadnienia dotyczące procesu zakupów są bardzo szczegółowo opisane, norma PN-EN 13980:2004 jest jeszcze bardziej restrykcyjna, co dowodzi, że autorzy normy przywiązują ogromną wagę do nadzorowania właściwości i jakości materiałów, części, podzespołów wykorzystywanych do produkcji wyrobu finalnego. Powtarzalność dostaw jest osiągana przede wszystkim poprzez zapatrywanie się tylko u sprawdzonych, spełniających ustalone kryteria dostawców, jak również weryfikację zakupionych elementów.

W normie ISO 9001 stwierdza się, że dostawców należy oceniać i wybierać na podstawie ich zdolności do dostarczenia wyrobu zgodnego z wymaganiami, natomiast w normie PN-EN 13980: 2004 dużo uwagi poświęca się także weryfikacji zakupionego wyrobu. Zakres weryfikacji jest uzależniony od dostawcy, właściwości wyrobu oraz od jego wpływu na zagrożenie w finalnym wyrobie.

Autorzy przedstawiają zasady weryfikacji w przypadku, gdy właściwości kupowanych elementów nie mogą być zweryfikowane w późniejszych etapach (np. w przypadku hermetyzowanych obwodów iskrobezpiecznych).

- **Punkt 7.5 (Produkcja i dostarczanie usługi)**

Wymagania w całości odniesiono do punktu 7.5 normy ISO 9001:2000, natomiast rozszerzono postanowienia w zakresie identyfikacji i identyfikowalności.

Norma PN-EN 13980:2004 wymaga by producent posiadał procedury dotyczące identyfikacji wyrobu na wszystkich etapach produkcji, badań, kontroli końcowej i wprowadzania do sprzedaży. Wymagana jest także identyfikowalność dla wyrobu finalnego i jego podstawowych części.

- **Punkt 7.6 (Nadzorowanie wyposażenia do monitorowania i pomiarów)**

Niezależnie od wymagań zawartych w normie ISO 9001:2000, norma PN-EN 13980:2004 sugeruje producentowi, w jaki sposób można spełniać wymagania np. poprzez wykorzystanie akredytowanego laboratorium wzorującego.

- **Punkt 8 (Pomiary i doskonalenie)**

W poszczególnych podpunktach autorzy normy wprowadzili szereg uzupełnień – przykładowo wprowadzili zalecenie dotyczące auditów pionowych, gdy wyrób kierowany do wysyłki jest wykorzystany do badań auditowych. Wprowadzono także szczególne wymagania dotyczące monitorowania oraz pomiaru parametrów charakteryzujących wybrane procesy produkcyjne i odniesiono je do załączników A i B.

Rozszerzono także wymagania dotyczące: zapobiegania dostarczeniu wyrobu niezgodnego oraz nadzoru nad wyrobem niezgodnym.

Mocno uwypuklono obowiązki producenta, który powinien:

- posiadać system zapewniający możliwość identyfikacji klienta, w sytuacji dostarczenia wyrobu niezgodnego,
- podjąć działania, odpowiednie do stopnia ryzyka, w przypadku dostarczenia klientowi wyrobu niezgodnego,
- powiadomić na piśmie, zarówno klienta, jak i jednostkę notyfikowaną odpowiedzialną za notyfikację systemu jakości, w przypadku dostarczenia wyrobu niebezpiecznego i niezgodnego.

Autorzy przewidzieli również sytuację, gdy wyrób niezgodny z wymaganiami jest dostarczany przez dystrybutora, względnie, gdy są to wyroby wielkotonażowe i nie jest możliwe śledzenie lub ustalenie jego odbiorcy. W tym przypadku zalecają zamieszczanie

informacji w określonych publikacjach wraz z opisem zalecanych działań.

Z uwagi na bezpieczeństwo stosowania wyrobów w normie wyraźnie zdefiniowano dziesięcioletni czas przechowywania zapisów dotyczących wyrobów niezgodnych, a w szczególności zapisów dotyczących:

- numerów seryjnych lub innej identyfikacji dostarczonych wyrobów,
- klienta, który otrzymał wyrób,
- działań podjętych w przypadku wyrobu niebezpiecznego lub niezgodnego,
- podjętych działań naprawczych (działań korygujących i zapobiegawczych).

4. Podsumowanie

Wyroby przeznaczone do stosowania w atmosferze potencjalnie zagrożonej wybuchem muszą posiadać oznakowanie CE wraz z numerem jednostki notyfikowanej, która zatwierdziła system jakości. Stosowanie ocenionego przez jednostkę notyfikowaną systemu zarządzania jakością według PN-EN 13980:2004 (a tym samym ISO 9001) pozwala domniemywać, że procesy produkcji, kontroli i badań końcowych zapewniają zgodność wyprodukowanych wyrobów z typem opisanym w certyfikacie badania typu WE.

W związku z tym, przedsiębiorcy powinni wdrożyć system jakości wg normy PN-EN 13980:2004, nawet w sytuacji, kiedy stosują system jakości według ISO 9001:2000. Jest to warunek konieczny do poddania się ocenie przez jednostkę notyfikowaną, a następnie jego zatwierdzenia (co pozwala również na odejście od jednostkowej oceny wyrobu przez jednostkę notyfikowaną).

Wdrożenie systemu zarządzania jakością PN-EN 13980:2004 daje także szereg dodatkowych korzyści, do których należy:

- możliwość realizacji polityki jakości i celów przedsiębiorstwa uwzględniających wymagania Dyrektywy 94/9/WE (ATEX),
- podniesienie bezpieczeństwa i jakości wytwarzanych urządzeń,
- podniesienie efektywności systemu produkcji oraz redukcji liczby braków i napraw,
- zmniejszenie auditów drugiej strony,
- wzrost wiarygodności przedsiębiorstwa oraz podniesienie zadowolenia klientów.

Literatura

1. Figiel A.: Zapewnienie wymaganego poziomu bezpieczeństwa maszyn przeznaczonych do stosowania w strefach zagrożonych wybuchem. Materiały na konferencję: KOMTECH 2007 "Innowa-

- cyjne i bezpieczne maszyny i urządzenia dla górnictwa węgla kamiennego", Szczyrk, 13-15 listopada 2007.
2. Figiel A., Loska G.: Wybrane zagadnienia związane z oceną zgodności urządzeń elektrycznych przeznaczonych do stosowania w zakładach górniczych z wymaganiami zasadniczymi dyrektyw Unii Europejskiej. Materiały na konferencję: XI Krajowa Konferencja Elektryki Górniczej „Aktualne problemy elektroenergetyki w górnictwie”, Szczyrk, 4-6 października 2006.
 3. Kowerski A.: Co wynika z dyrektyw nowego podejścia? Atest-Ochrona Pracy 2003 nr 1.
 4. Meder A., Zając R., Pieczora E.: Harmonizacja wymagań technicznych dla maszyn i urządzeń górniczych w Unii Europejskiej. Materiały: Sympozjum pt. „Kombajny chodnikowe”, Katowice, wrzesień 2006.
 5. PN-EN 13980:2004 Przestrzenie zagrożone wybuchem. Zastosowanie systemów jakości.
 6. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 22 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Dz.U. 2005 nr 263 poz. 2203.
 7. Świerżewski M.: Wymagania bezpieczeństwa w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Część I. Podstawowe pojęcia, definicje, klasyfikacja, Wiadomości Elektrotechniczne 2007 nr 1.
 8. Świerżewski M.: Wymagania bezpieczeństwa w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Część II. Dyrektywa UE ATEX 100a, Wiadomości Elektrotechniczne 2007 nr 3.
 9. Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności, Dz.U. 2002 nr 166 poz. 1360 wraz ze zmianami.
 10. Zając R.: Bezpieczeństwo produktu i odpowiedzialność za produkt w europejskim systemie prawnym, Maszyny Górnicze 2004 nr 98.
 11. Zając R.: Szczególne wymagania w zakresie produkcji urządzeń przeznaczonych do pracy w przestrzeni zagrożonej wybuchem. Zastosowanie systemów jakości - norma PN-EN 13980: 2004, Zarządzanie Jakością 2008 nr 4.
- Artykuł wpłynął do redakcji w marcu 2009 r.
Recenzent: prof.dr hab.inż.Marek Jaszczyk*

Zarządzanie komunikacyjne – ważność wewnętrznych sieci informacyjno-komunikacyjnych

Streszczenie

W artykule wskazano na istotę tworzenia sieci powiązań informacyjno-komunikacyjnych wspomagającej realizację projektu. Na przykładzie ITG KOMAG pokazano usytuowanie informacji w czasie realizacji projektu. Przedstawiono istotne cechy dobrze zarządzanej informacji oraz ważność wyszukiwania i formowania odpowiednich informacji potrzebnych do wykonania zadania, tak by ułatwić pracę zespołowi projektowemu.

Summary

The essence of creation of information-and-communication network, which supports the project realization, was pointed out in the paper. Location of information during realization of project was presented on the example of the KOMAG Institute of Mining Technology. Significant features of well-managed information and importance of searching and forming the suitable information, which is necessary for conducting a task in such a way to make work of designing team easier, were presented.

1. Wstęp

Zarządzanie informacyjno-komunikacyjne w przedsiębiorstwie jest zbiorem powiązanych hierarchicznie relacji zależności służbowych między komórkami organizacyjnymi. Efektywna komunikacja powinna być szczerą, jasną i na właściwym poziomie szczegółowości i jednoznaczności. Poprzez zarządzanie informacyjno-komunikacyjne uzyskujemy nadzór nad prawidłowym przebiegiem informacji w odpowiednim czasie, uwzględniając potrzeby uczestników, angażując odpowiednie osoby jak i gwarantując odpowiednie zrozumienie treści przekazywanych informacji.

Szczególnie istotnym elementem jest utworzenie sieci powiązań między poszczególnymi elementami (komórkami) organizacji (działu, zespołu, podgrupy tematycznej) i jej otoczenia umożliwiającego tworzenie przepływowych kanałów informacji i wiedzy. Podstawą tych powiązań jest efekt prawidłowego przetwarzania informacji poprzez uzyskane doświadczenie i uczenie się oraz odzwierciedlenie stanu rzeczywistości przez odpowiednie grupy uczestniczące w konkretnej sieci komunikacyjnej. Duża część informacji ma charakter nieformalny i ustny, ale kluczowe informacje muszą być określone w formie dokumentacji pisemnej, między innymi poprzez używanie zarówno poczty e-mail, notatek oraz formalnej dokumentacji w postaci ustalonych formularzy i szablonów, które tworzą akta zadania.

Zarządzanie informacyjno-komunikacyjne jest częścią zarządzania projektem (przedsięwzięciem), który można zdefiniować jako zbiór poszczególnych faz charakteryzujących się tym, że są powiązane ze sobą w sposób złożony, zmierzają do osiągnięcia ustalonych celów częściowych i głównych oraz posiadają zaplanowany z góry początek i koniec. Standardowo projekt dzielimy na następujące fazy:

- pierwszą – inicjację i planowanie,
- drugą – realizację,
- trzecią – zakończenie.

Efektywne zarządzanie projektem to dążenie do ustalonych celów projektowych przy jednoznacznym ograniczeniu niekorzystnego wpływu wynikającego z niezgodności (na płaszczyźnie ustalonych wymagań) i ryzyka, jak również budowanie motywacji zespołu projektowego i właściwej komunikacji pomiędzy uczestnikami projektu. Jedną ze składowych zarządzania projektem jest praktyczna wiedza o eliminowaniu ryzyka na poziomie wszystkich faz życia projektu. Ryzyko jest wskaźnikiem stanu lub zdarzeń prowadzącego do strat, które w projekcie mogą wynikać ze źle ustalonej metodyki oraz błędnej analizy wartości przekazywanych informacji.

Identyfikacja systemu informacyjno-komunikacyjnego jest ważną częścią wstępnej fazy każdego projektu, gdzie negocjuje się i szczegółowo opisuje oczekiwane rezultaty, metody oraz procedury realizacji zadania, terminy wykonalności, uczestników zadania, podział władzy i odpowiedzialności oraz poziom ryzyka i niepewności.

Podczas realizacji drugiej fazy projektu, w której opracowywany jest wyrób¹, gromadzone są dane informujące o postępach lub opóźnieniach realizacji zadania związane z przeglądami i podsumowaniami po-

¹ Zgodnie z normą PN-EN ISO 9000:2006 „wyrób” zdefiniowano jako wynik zbioru działań wzajemnie powiązanych lub wzajemnie oddziałujących, które przekształcają wejście w wyjście. W dokumentacji Systemu Zarządzania Jakością ITG Komag „wyrób” został zdefiniowany jako „Wynik realizowanej przez ITG KOMAG pracy rozwojowej, projektowej, nadzoru autorskiego, badania lub pracy o charakterze opinii względnie ekspertyzy”.

szczególnych etapów. Dokładność tych informacji ma kluczowe znaczenie dla prowadzących zadania, którzy nadzorują pracę i kierują projektem, aby mogli w odpowiednim czasie wdrożyć działania zapobiegawcze mające na celu eliminację ewentualnych problemów.

W trzeciej, końcowej fazie realizacji projektu, komunikacja pozwala upewnić się, że jego rezultat jest do przyjęcia oraz gwarantuje, że odpowiedzialność będzie przypisana właściwym osobom a nabyta wiedza formalna zostanie przekazana organizacji.

Jak widać, w trakcie realizacji każdej z faz projektu, komunikacja i przesyłanie oraz przetwarzanie informacji jest istotą powodzenia przedsięwzięcia, w szczególności, gdy uwzględni się aspekt interdyscyplinarności złożonego zespołu projektowego oraz w wielu przypadkach współbieżności realizacji różnych fragmentów projektu, a często współbieżności samych projektów. To w rezultacie wskazuje na potrzebę zwrócenia uwagi na aspekt informacyjno-decydujący oraz zarządzanie w tym zakresie, co jest przedmiotem niniejszego opracowania [4,6, 7, 8, 9, 10, 11].

2. Sieci informacyjno-komunikacyjne

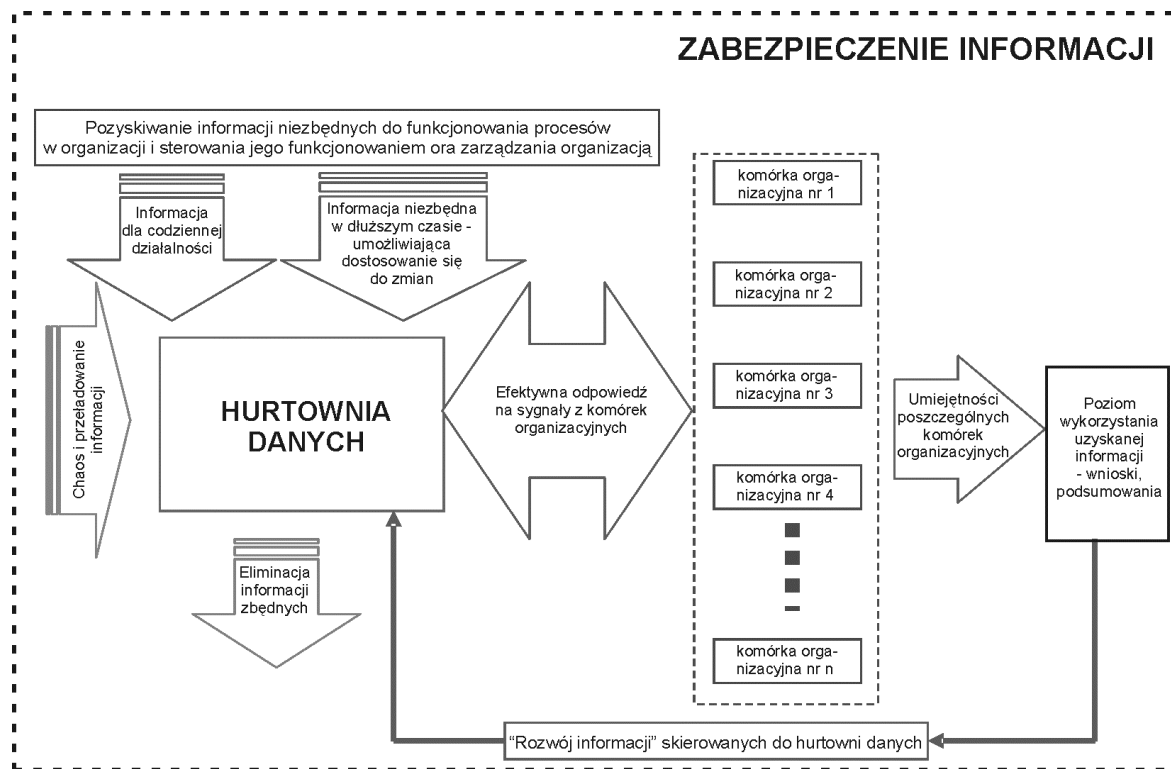
Sieci informacyjno-komunikacyjne w przedsiębiorstwie przyczyniają się do wzrostu efektywności i usprawnienia realizowanych działań.

Wewnętrzne sieci informacyjno-komunikacyjne powinny odpowiednio zarządzać następującymi poziomami obrotu informacjami [1]:

- pozyskiwanie informacji niezbędnych do funkcjonowania procesów w organizacji i sterowania jego funkcjonowaniem oraz zarządzania organizacją,
- projektowanie powiązań informacyjnych (przepływ informacji) dla logistyki i podejmowanie we właściwym czasie decyzji kierowniczych,
- dobór sprzętu komputerowego (hardware) i oprogramowania (software) dla konkretnego rodzaju informacji, ich przetwarzania i miejsc, do których powinny być przesyłane,
- stosowanie środków zabezpieczeń informacji przed ich utratą na skutek niekorzystnych zdarzeń oraz przed dostępem dla osób niepowołanych, oraz
- chaosu i przeładowania informacji², który wymusza nabywanie umiejętności wyszukiwania i formowania odpowiednich informacji potrzebnych do wykonania zadania, tak aby zespół projektowy nie musiał przedzierać się przez ogrom nie przesekcjonowanej i nie przetworzonej informacji.

Przykładowy schemat wewnętrznej sieci informacyjno-komunikacyjnej przedstawiono na rysunku 1.

Efektywność sieci informacyjno-komunikacyjnej w czasie realizacji projektu zależy przede wszystkim od

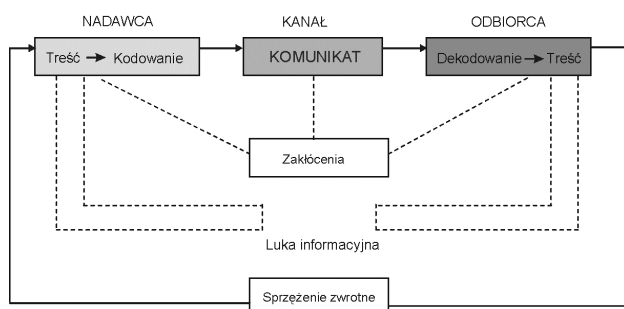


Rys.1. Przykładowy schemat wewnętrznej sieci informacyjno-komunikacyjnej (opracowanie własne)

² Warunki początkowe określające znaczny nadmiar i nieuporządkowanie dostarczonej z zewnątrz informacji.

dostępności infrastruktury informacyjno-komunikacyjnej oraz umiejętności wykorzystania przez zespół jej możliwości i sposobu tworzenia informacji. Dobrze zarządzana informacja powinna posiadać następujące cechy [2, 5]:

- Aktualność, która określa czy informacja dotyczy bieżącego stanu rzeczywistości oraz jaki czas minął od zaistnienia zdarzenia opisywanego przez daną informację. Jest to pojęcie względne i uzależnione od organizacji i sytuacji decyzyjnej, przed którą stoi użytkownik systemu. Aktualność informacji istotnie wpływa na jej użyteczność; im później informacje dotyczące danego zjawiska zostaną przekazane tym mniejsza jest ich użyteczność.
- Kompletność, określana przez ilościowe różnice między informacją pierwotną a otrzymywaną przez użytkownika. Kompletna informacja powinna w sposób wyczerpujący obrazować stan faktyczny. Miarą adekwatności informacji jest właśnie kompletność informacji niezbędnej do podejmowania decyzji. W przypadku różnicy między informacją posiadaną a konieczną do podjęcia decyzji może wystąpić tzw. luka informacyjna. Luki w komunikowaniu się zespołu mogą prowadzić do konfliktów między pracownikami lub do braku przekazywania odpowiedniej ilości danych. Równocześnie ważną rolę odgrywa umiejętność dekodowania komunikatu, tzn. czy odbiorca jest w stanie odczytać komunikat i w ten sposób uzyskać kompletną informację (rys. 2) [3].



Rys.2. Proces komunikowania się [3]

- Szczegółowość informacji, którą można określić jako liczbę elementów w stosunku do opisywanego obiektu, zdarzenia czy zjawiska. Wymagania dotyczące szczegółowości informacji mogą zależeć od:
 - znaczenia informacji,
 - ryzyka jakie niesie za sobą nieścisłość,
 - norm i standardów,
 - wymagań prawnych.

Zbyt dużą szczegółowość informacji można zakwalifikować jako problem przeciążenia informacją. Może ona wystąpić w momencie, gdy nadawca chce mieć pewność, że informacja będzie zrozumiana przez odbiorcę. Dlatego, często podczas

budowy informacji (komunikatu) występuje tzw. „redundancja” (łac. nadmiar), która z jednej strony przyczynia się do zrozumienia komunikatu, z drugiej zaś może poprzez zmniejszenie pojemności kanału powodować zakłócenia. Główna funkcja redundancji polega na zmniejszeniu niepewności odbioru komunikatu. Jeśli do komunikowanej treści nadawca w sposób trafny doda takie cechy, jak: powtórzenie, podporządkowanie konstrukcji informacji pewnym zasadom formalnym (składni i znaczeniu), zwiększy to możliwość prawidłowego odbioru komunikatów. Zmniejszenie redundancji jest celowe, gdy pojemność kanału jest ograniczona lub jego użycie jest kosztowne, [3]. Z drugiej strony zbyt małą szczegółowość można zakwalifikować jako „problem anemii informacyjnej”, której skutkiem będzie większa niepewność odnosząca się do wyników podjętych decyzji lub wręcz niemożliwość podjęcia decyzji.

- Jednoznaczność. Stopień jednoznaczności może określić możliwość różnych interpretacji danej kategorii informacji. Dlatego należy dążyć do jednoznaczności zarówno rzeczowej (zjawiska, pojęcia abstrakcyjne, rzeczy, obiekty, miejsca), jak i podmiotowej (nadawca i odbiorca).
- Przetwarzalność, która związana jest z formą informacji podlegającą gromadzeniu i przetwarzaniu. Przetwarzanie informacji podlega procesowi semiotycznemu przekształcającemu zgromadzone informacje w celu uzyskania informacji zgodnie z określonymi potrzebami informacyjnymi odbiorcy.
- Rzetelność, która wynika z dokładności i metody rejestrowania rzeczywistych zdarzeń, gdzie poziom rzetelności zależy głównie od czułości narzędzi rejestrujących i procesu przetwarzania oraz stopnia obiektywizmu.
- Adresowalność, którą aby określić prawidłowo należy ustalić cel, rodzaj decyzji, odbiorcę informacji oraz sposób potwierdzenia, że dostarczona informacja jest zgodna z oczekiwaniami.

Usytuowanie przekazywania informacji w czasie realizacji projektu zostanie pokazane w następnym rozdziale niniejszego artykułu na przykładzie ITG KOMAG, jednostki badawczo-rozwojowej, której przedmiotem działania jest prowadzenie badań naukowych i prac rozwojowych w obszarze mechanizacji procesów wydobywczych i przeróbczych oraz związanych z nimi: ochrony środowiska i bezpieczeństwem pracy, jak również ochrony powietrza, ochrony powierzchni ziemi oraz gospodarki odpadami.

3. Wewnętrzna sieć informacyjno-komunikacyjna ITG KOMAG

W przypadku ITG KOMAG ważną rolę w obiegu informacyjno-komunikacyjnym odgrywa utworzona in-

strukcja obiegu korespondencji dokumentacji pisemnej, gdzie zostały zdefiniowane ww. cechy przekazywanych informacji [12, 13, 14]. Audyty wewnętrzne, jak i zewnętrzne przeprowadzone na przełomie lat niejednokrotnie potwierdziły, że obieg korespondencji w firmie nie odbiega od ustalonych procedur i cała pisemna korespondencja przebiega bez większych przestojów czy blokad. Korespondencje podzielono na wewnętrzną i zewnętrzną, która przechodzi przez Sekretariat Główny (SG) na etapie wpływu lub wpływu z/do ITG KOMAG. Korespondencja wewnętrzna może odbywać się za pomocą wyżej wymienionego sekretariatu, jak również bezpośrednio między zainteresowanymi komórkami organizacyjnymi. Duże znaczenie odgrywa odgórnie ustalona forma formularzy, która nadaje odpowiednią strukturę i wymusza prawidłowy transfer informacji na odpowiednim poziomie jednoznaczności. W pierwszej kolejności ustalono główny ciąg logistyczny informacji, a następnie określono przepływ informacji na każdym poziomie zarządzania projektem.

W pierwszej fazie projektu (przedsięwzięcia³) ważną rolę odgrywa bezpośredni kontakt z klientem, gdzie definiuje się dane wejściowe, sporządza notatki, negocjuje i zawiera umowy. Każde nowe zamówienie lub zapytanie ofertowe, które wpływa do ITG KOMAG już od samego początku wprowadzone zostaje w odpowiedni ciąg logistyczny informacji. Zaczynając od odnotowania pisma w dzienniku poczty SG, gdzie nadaje mu się odpowiednią identyfikację, a następnie zostaje przekazane do Dyrektora ITG, który po zapoznaniu się przekazuje dalej do Działu Zarządzania Projektami. W porozumieniu z odpowiednimi komórkami przeprowadza się analizę pod kątem możliwości technicznych, kosztów oraz terminów realizacji. Na tym etapie istnieje możliwość sprawdzenia, czy w przeszłości nie wykonywano już podobnych zadań. Wysyłany jest sygnał o sprawdzenie informacji do tak zwanej „hurtowni danych”. W przypadku ITG KOMAG stanowi ją Dział Zarządzania Jakością i Wiedzą, który na przełomie 10 lat stworzył bazy danych zawierające informacje związane z działalnością Instytutu. Po zebraniu wszystkich potrzebnych danych określone są dane wejściowe, na podstawie których może być formułowana, zgodnie z określoną procedurą, umowa wraz z harmonogramem prac. Następnie prowadzone są negocjacje z Klientem, a pozytywnym wynikiem jest zawarcie umowy i rozpoczęcie prac związanych z realizacją zadania.

W momencie przekazania pisemnych ustaleń do odpowiedniej komórki organizacyjnej przechodzi się do drugiej fazy projektu, gdzie prowadzący zadanie wy-

znacza zespół realizujący pracę oraz zakres i podział zadań. Dla wszystkich typów prac, dane muszą uwzględniać regulacje i wymagania prawne, wynikające z ustaw i przepisów prawnych, norm i innych dokumentów normatywnych, takich jak np. zarządzenia i wytyczne wydawane przez nadrzędne jednostki stanowiące prawo. Szybki wgląd do takich informacji umożliwiają wewnętrzne bazy danych lub doświadczeni pracownicy wyszukujący potrzebne informacje, co powoduje oszczędność czasu zespołów realizujących zadania. Następnym etapem jest opracowanie projektu wstępnego i/lub dokumentacji technicznej, gdzie ustalone procedury wymuszają na zespole kolejność wykonywanych prac i sporządzania odpowiednich zapisów niejednokrotnie w ustalonych formularzach, które tak jak już wspomniano, nadają odpowiednią strukturę i wymuszają prawidłowy transfer informacji na odpowiednim poziomie jednoznaczności, dla następnych etapów prac [12].

Ten etap może się wiązać z szerszą komunikacją z Klientem i nie tylko w aspekcie tworzenia „wyrobu”, którym może być dokumentacja techniczna, ale również może obejmować wszystkie elementy nadzoru autorskiego, takie jak nadzór nad wykonawstwem maszyny lub urządzenia, badania stanowiskowe i obserwacje techniczno-ruchowe. Jednym z podstawowych celów nadzoru autorskiego jest zebranie informacji koniecznych do wprowadzenia ewentualnych zmian lub ulepszenia „wyrobu”.

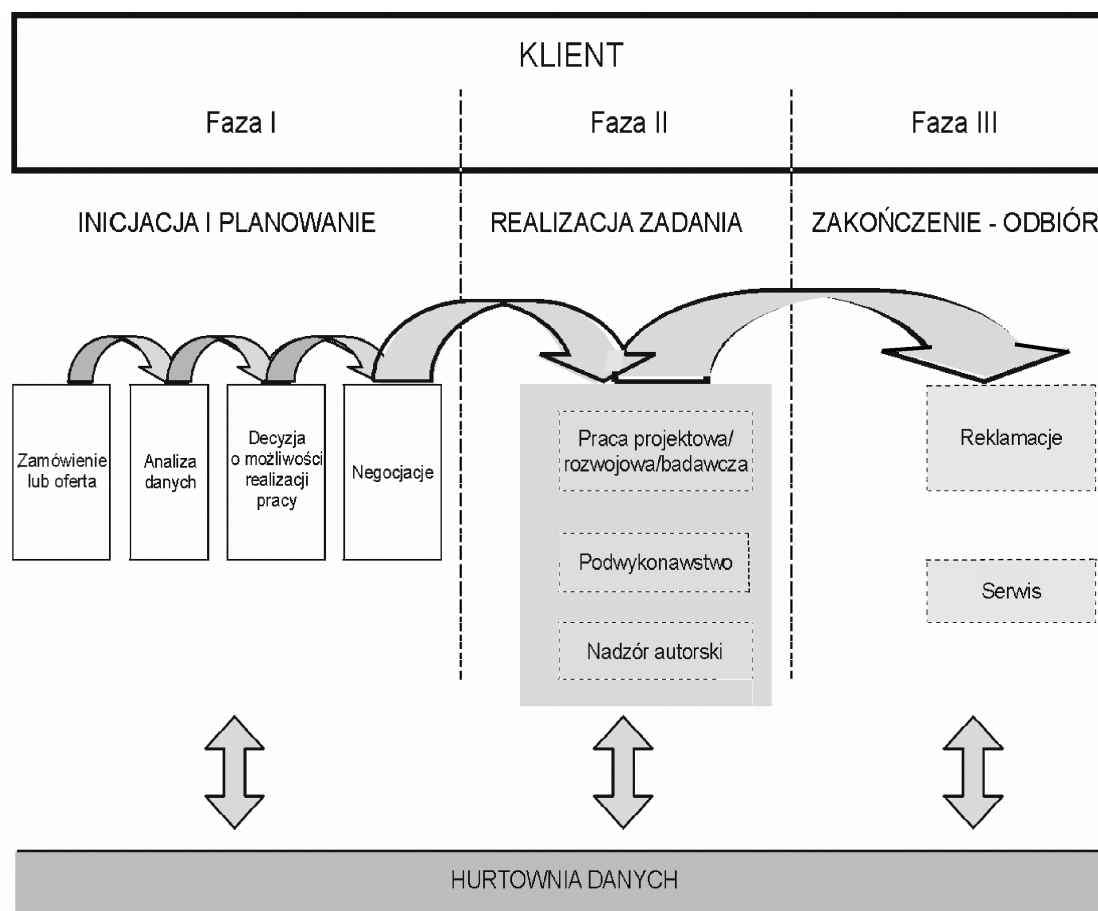
Trzecia faza projektu, która zamyka realizację zadania odbywa się na podstawie ustalonych formularzy zawierających odpowiednią ilość informacji potrzebnych do potwierdzenia, że rezultat jest do przyjęcia i Klient otrzyma „wyrób” zgodny z zamówieniem. W przypadku ewentualnych pisemnych zastrzeżeń skierowanych przez Klienta do ITG KOMAG, rozpoczyna się odgórnie ustalona wymiana informacyjno-komunikacyjna, na podstawie której ustala się stopień ważności, możliwości usunięcia niezgodności oraz negocjacji z Klientem w celu jego zadowolenia.

Usytuowanie informacji w czasie realizacji poszczególnych faz projektu przedstawiono na rysunku 3.

Po całkowitym zakończeniu projektu wszystkie wyniki prac tzn. sprawozdania, analizy, dokumentacja techniczna itp. zostają przekazane do Działu Zarządzania Jakością i Wiedzą w celu archiwizacji. Odpowiednie informacje na ich temat zostają umieszczone w poszczególnych bazach danych, które są częścią „hurtowni danych”.

Duży wpływ na usystematyzowanie formy oraz ścieżek przepływu informacji w ITG KOMAG było zintegrowanie wdrożonych systemów zarządzania w tym zarządzania wiedzą i informacją [12].

³ W przypadku ITG KOMAG przedsięwzięcie oznacza wytworzenie wyrobu zgodnego z określonymi wymaganiami oraz zrealizowanego według ustalonych procedur.



Rys.3. Fazy projektu – usytuowanie informacji w czasie realizacji zadania (opracowanie własne)

4. Podsumowanie

W przedsiębiorstwach w dalszym ciągu wiele czasu poświęca się na przetwarzanie informacji, co powoduje wydłużanie przebiegu informacji. Na przykładzie ITG KOMAG pokazano, że informacja i komunikacja jest kluczowym zagadnieniem w realizacji wszystkich ustalonych zadań.

Niezbędnym czynnikiem poszczególnych warstw działalności jest łączność, przede wszystkim jako możliwość celowego przekazania konkretnej informacji. Praktyczna wiedza o eliminowaniu ryzyka w zakresie komunikacji, na poziomie wszystkich faz życia projektu, daje możliwości uniknięcia luki informacyjnej, która może prowadzić do braku wystarczających danych do realizacji postawionych celów, a w konsekwencji może uniemożliwić wykonanie zadania.

Przekazywanie informacji nastawione jest na osiągnięcie głównego celu, jakim jest podniesienie jakości informacji, której oczekuje odbiorca. Nawet przy rozwoju techniki informacyjnej, która zwiększa możliwości wyboru kanałów komunikacji, bez odpowiedniej metodyki analizy wartości informacji i komunikowania oraz

ustalonych reguły przekazywania informacji przedsiębiorstwo nie jest w stanie prawidłowo funkcjonować na poziomie zarządzania informacyjno-komunikacyjnym.

W następnych opracowaniach zostaną omówione metody analizy komponentów komunikacji, pod kątem jak najlepszego wykorzystania poszczególnych elementów komunikacji w aspekcie interdyscyplinarnego zespołu projektowego.

Literatura

1. Mikułowski-Pomorski J.: Informatyka i komunikowanie. Pojęcia, wzajemne relacje. Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk-Łódź 1988.
2. Gryncewicz W.: Doskonalenie jakości informacji w jednostkach administracji skarbowej.
3. Potocki A.: Komunikacja wewnętrzna w przedsiębiorstwie. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2001.
4. Grudzewski W.M., Hejduk I.K.: Zarządzanie wiedzą w przedsiębiorstwie. Wydawnictwo Difin, Warszawa 2004.

-
5. Gros U.: Analiza systemów porozumiewania się w organizacji. Przegląd Organizacji nr 5-6, 1993.
 6. Dwiliński L.: Zarządzanie produkcją. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002.
 7. Karbownik A.: Zarządzanie projektami w przedsiębiorstwie górniczym. Część 12: Zarządzanie komunikacją w projekcie. Wiadomości Górnicze 3/2008.
 8. Potocki A., Winkler R., Żbikowska A.: Techniki komunikacji organizacjach gospodarczych. Wydawnictwo Difin, Warszawa 2003.
 9. Winkler T., Zięba J., Rozmus M., Jaworski-Horoszkiewicz M., Michalak D.: Wirtualne środowisko pracy – przykłady kształtowania i zarządzania. Zesz. Nauk. PŚI. nr 1677 Org. 2005 z. 26.
 10. Ober J.P.: Informacja i komunikacja w zarządzaniu. Gliwice, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2007.
 11. Skorupka A., Hadasik E.: Komunikacja społeczna. Przedsiębiorstwo, doskonalenie efektywności, negocjacje. Gliwice, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2007.
 12. Dokumentacja Systemu Zarządzania Jakością ITG KOMAG – Gliwice 2009.
 13. Norma PN-EN ISO 9000:2006 System zarządzania jakością. Postawy i terminologia.
 14. Norma PN-EN ISO 9001:2009 System zarządzania jakością. Wymagania.
- Artykuł wpłynął do redakcji w marcu 2009 r.*
Recenzent: prof.dr hab.inż. Teodor Winkler