

FRANCISZEK NIEZGODA
JANUSZ ZAJĄC
KAZIMIERZ MITKO
IZABELA GÓRECKA
STANISŁAW MOJŻYSZ

Innowacyjna górnicza frezarka spągowa

W artykule opisano proces powstania frezarki spągowej Hydroma. Omówiono aktualne sposoby rozwiązania problemów eksploatacyjnych związanych z wypiętrzaniem spągu w zakładach górniczych oraz kwestie konieczności utrzymania właściwych przekrojów wyrobisk w aktualnych warunkach eksploatacji górniczej w celu zapewnienia ciągłości i bezpieczeństwa ruchu zakładu górniczego. Przeanalizowano dotychczasowe metody pobierki spągu pod kątem kosztów, pracochłonności, bezpieczeństwa i ochrony środowiska. W dalszej części nakreślono proces powstawania górniczej frezarki spągowej w firmie Urządzenia i Konstrukcje Spółka Akcyjna – to jest omówiono etap analizy technicznej i marketingowej, w trakcie której oceniono potrzeby i możliwości wdrożenia frezarki spągowej, proces badań wstępnych i projektowania oraz budowy i badań przeprowadzonych na prototypie frezarki. Opisano sposób działania frezarki spągowej, która napędzana silnikiem elektrycznym frezuje/urabia wypiętrzony spąg, ładuje i transportuje urobione skały do wozów transportowych, a wszystko to wykonuje sterowana zdalnie. W podsumowaniu omówiono zalety frezarki spągowej Hydroma wykonującej pracę efektywnie, skutecznie, z zapewnieniem bezpieczeństwa pracy, bez narażania środowiska na emisje szkodliwych substancji.

Słowa kluczowe: urabianie spągu, frezarka spągowa, wypiętrzanie spągu

1. WSTĘP

Praktycznie w każdej gałęzi przemysłu występują prace czy procesy technologiczne, które są konieczne do wykonania i bez których nie można zrealizować całego zadania czy wyrobu, jednocześnie są to prace uciążliwe, marginalne oraz często trudno je zmechanizować (głównie opierają się na pracy ręcznej). W przemyśle wydobywczym, a w Polsce szczególnie w kopalniach węgla kamiennego jedną z takich uciążliwych prac jest pobierka spągu w wyrobiskach korytarzowych, konieczna, aby przywrócić ich pierwotne (nominalne) gabaryty. Wypiętrzanie spągu jest procesem naturalnym. „W wielu kopalniach węgla kamiennego już po kilku tygodniach od wykonania korytarzowych wyrobisk udostępniających i przycoto-

wawczych, na skutek dużego ciśnienia górotworu i niekorzystnych warunków górniczo-geologicznych, zaczynają występować problemy związane z pęcznieniem i wypiętrzaniem spągu, co w konsekwencji powoduje ograniczenie gabarytów i przekroju poprzecznego wyrobiska. Występują wtedy trudności związane z prawidłową eksploatacją środków odstawy, transportu materiałów oraz ograniczeniem wolnego przekroju wyrobiska dla przepływu powietrza do przodków” [1].

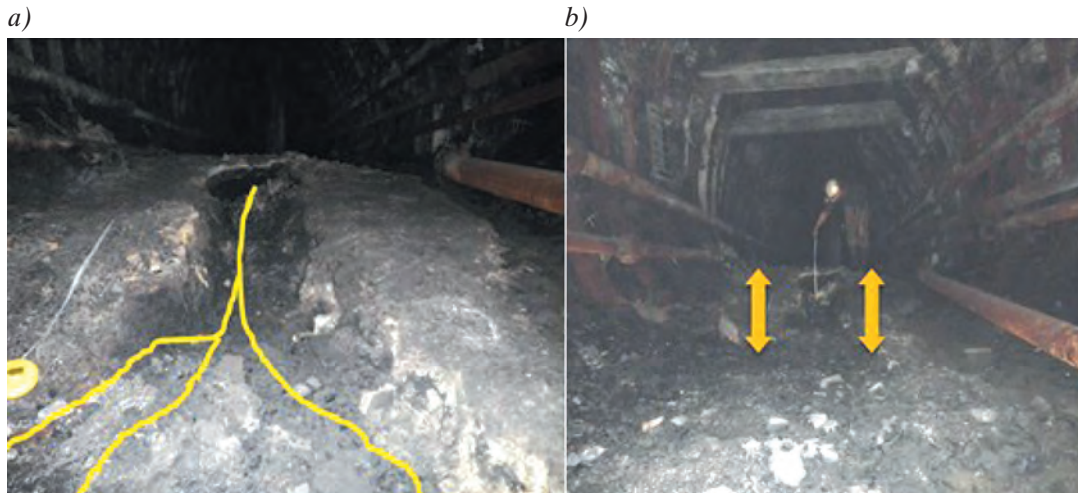
Deformacja spągu może stanowić 80–90% całkowitej konwersji pionowej [2]. Zapewnienie prawidłowego funkcjonowania wyrobiska wymaga wykonania pobierki spągu, czyli urobienia i usunięcia skał spągowych, wypiętrzonych i wtłoczonych w obręb wyrobiska [1].

2. WŁAŚCIWE UTRZYMANIE PRZEKROJU WYROBISK GÓRNICZYCH

Aktualnie eksploatację trzeba prowadzić w coraz trudniejszych warunkach geologiczno-górnictwa. Wymaga to schodzenia z wydobywaniem coraz głębiej, co powoduje określone zagrożenia: metanowe, tąpniętami, wysoką temperaturą, a także zagrożenia związane z ciśnieniem eksploatacyjnym powodującym częste wypiętrzanie spągów (rys. 1a, b).

W warunkach wzrastającej głębokości eksploatacji i związanym z tym wzrostem temperatury w wyrobiskach górniczych, a także ze wzrostem wydzielania się metanu w trakcie eksploatacji, kluczowe staje się utrzymanie właściwych parametrów przekroju wyrobisk stanowiących sieć wentylacyjną kopalni. Właściwe przekroje wyrobisk pozwalają na dostarczanie odpowiedniej ilości powietrza przy zachowaniu do-

zwolonych prędkości jego przepływu w wyrobiskach [2] (prędkości przepływu powietrza regulują przepisy górnicze). Zatem znalezienie sposobu utrzymania gabarytów wyrobisk górniczych w warunkach występujących ciśnień górotworu jest jednym z podstawowych czynników zapewniających właściwą atmosferę w wyrobiskach górniczych i eliminujących zagrożenie metanowe. „Zbyt duże deformacje spągu powodują konieczność jego pobierania lub też skutkują wzmocnieniem obudowy lub całkowitą przebudową wyrobisk” [2]. Zachowanie pierwotnej geometrii wyrobiska jest ważne nie tylko dla zapewnienia właściwej wentylacji wyrobisk w kopalni, ale także usunięcia skutków wypiętrzania spągu, zwłaszcza w przypadku trasy odstawy urobku przenośnikami lub torami kolejek spągowych. Wypiętrzanie spągu może bowiem spowodować zatrzymanie transportu urobku, materiałów oraz ludzi kolejkami spągowymi [1, 2].



Rys. 1. Wypiętrzanie spągu: a) z zaznaczonymi liniami spękań spągu; b) z zaznaczonymi liniami wypiętrzania

3. METODY UTRZYMANIA WYMAGANYCH PRZEKROJÓW WYROBISK GÓRNICZYCH

Na przestrzeni lat wielokrotnie podejmowano próby kompleksowego zmechanizowania procesu pobierki spągu, a tym samym skrócenia czasu wykonania tych prac. Jednak do tej pory próby te nie przyniosły pomyślnego rezultatu. W pustych wyrobiskach (bez zabudowanej przestrzeni na spągu) z reguły nie ma przeszkód do wykonania tych prac i często wykorzystuje się do tego kombajn chodnikowy, który potrafi szybko i skutecznie przywrócić wyjściową geometrię wyrobiska. Problem pojawia się, gdy w danym wyrobisku korytarzowym są już zabudowane tory ko-

lejki i/lub odstawa urobku. Wtedy spągowanie staje się uciążliwe i czasochłonne. Prowadzenie robót polega wówczas na połączeniu pracy ręcznej wspomaganej narzędziami tzw. małej mechanizacji oraz spągodowarki (jeśli jest tyle wolnej przestrzeni). Spągodowarki są powszechnie stosowanymi maszynami w polskim górnictwie węglowym. Służą one do pobierki luźnego spągu oraz załadunku urobku po odstrzeleniu calizny przodka podczas drążenia wyrobisk korytarzowych techniką strzelniczą i do podciągania materiałów w różnych miejscach infrastruktury kopalnianej. Spągodowarki to samobieżne maszyny oparte na podwoziu gąsienicowym, wyposażone w napęd elektrohydrauliczny, w którym wszystkie funkcje sterownicze są realizowane za pomocą układu hydraulicznego.

Pompa hydrauliczna napędzana jest silnikiem elektrycznym, zasilanym z rozwijanego kabla podłączonego do kopalnianej sieci elektroenergetycznej. Wadą tego typu maszyn jest to, że przy pracach związanych ze spągowaniem łyżka/czerpak spągoładowarki poradzi sobie tylko z luźnymi i spękanymi skałami spągowymi, lecz nie jest w stanie ich „urobić”. Inną niedogodnością może być brak równoległego transportu urobku, na przykład przez wozy kopalniane, pojemniki podwieszane do kolejki lub przenośnik, co zmusza spągoładowarkę do cofania się do miejsca, gdzie możliwy jest rozładunek łyżki. W efekcie wydłuża to czas pracy o operacje, które nie są produktywne [3].

W przemyśle maszyn górnich podejmowano próby wyeliminowania wad i niedogodności w pracy spągoładowarek, które miały jej nadać funkcjonalności do tej pory niespotykane w tego typu maszynach, na przykład przez zwiększenie zakresu pola pracy łyżki, przeprojektowania wysięgnika na wzór rozwiązań stosowanych w maszynach budowlanych, tzn. możliwość szybkiej wymiany łyżki na mały organ urabiający. Próby takie były podejmowane m.in. przez zespół w Katedrze Maszyn Górniczych, Przeróbczych i Transportowych AGH pod kierunkiem prof. Krzysztofa Krauzego na bazie spągoładowarki ŁBT-700EH [1]. Jednakże wszystkie te zabiegi ostatecznie nie rozwiązały w całości problemu z umaszynowaniem procesu pobierki spągu, ponieważ bazowały na maszynie, której pierwotny cel powstania był inny, i dlatego nie mogła się sprawdzić w tak specyficznej pracy.

4. ZAŁOŻENIA BUDOWY GÓRNICZEJ FREZARKI SPĄGOWEJ

Firma Urządzenia i Konstrukcje SA z Żor (UiK SA) podjęła wysiłek, aby kompleksowo, od podstaw zaprojektować i zbudować maszynę specjalnie przeznaczoną do mechanicznego urabiania i odstawy urobku z procesu pobierki spągu. Dotychczas problem jednoczesnego urabiania i ładowania frezowanego spągu nie został rozwiązany. Równoczesne urabianie spągu i ładowanie urobku jest operacją skomplikowaną, dlatego w opracowywanych do tej pory rozwiązaniach maszyny proponowano załadunek i odstawę urobku dopiero po urobieniu partii skał spągowych [1]. Między innymi ze względu na innowacyjność rozwiązania – jednoczesne urabianie i załadunek – projekt pod

nazwą „Opracowanie Innowacyjnej Górniczej Frezarki Spągowej HYDROMA” został zgłoszony do „Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój” ogłoszonego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, gdzie został pozytywnie zweryfikowany, w wyniku czego podpisano umowę nr POIR.01.01.01-00-1117/18 oraz przyznano dofinansowanie na realizację tego projektu.

5. PROJEKTOWANIE I BUDOWA FREZARKI

Zespół techniczny powołany przez UiK SA przeprowadził badanie rynku wśród potencjalnych użytkowników odnośnie do oczekiwań i cech, jakie powinien spełniać taki produkt.

W wyniku badania określono rodzaje skał występujących w spągu oraz przebadano ich parametry pod kątem doboru mocy organu urabiającego frezarki spągowej. W spągu w zależności od kopalni, poziomu wydobywania, chodnika występują różne formy skał, takie jak: węgiel ilasty, ilowiec z kamieniami węgla, łupki węglowe, ilowiec zapiaszczony, mułowiec warstwowy, piaskowce, murowce, łupki ilaste zapiaszczone z wkładkami piaskowca, łupki ilaste z laminami węgla itp. Dla tych materiałów zbadano m.in. wytrzymałość na ściskanie R_c (zakres występowania od 8 MPa do maksymalnie 70 MPa), ciężar objętościowy (12,0–25,8 kN/m³), rozmakalność (0,4–1,0) wskaźnik szczelinowości RQD (5–70%), wskaźnik zwięzłości (0,4–5,9).

Jednocześnie zbadano kształt i formy występowania wypiętrzonego spągu (rys. 1a, b). Przy projektowaniu nowej maszyny przyjęto następujące założenia formalne: zgodność z dyrektywą maszynową 2006/42/WE oraz ATEX 2014/34/UE, jak również normami z nimi zharmonizowanymi tj.: PN-EN 12100:2010; PN-EN ISO/IEC 80079-38:2017-02; PN-EN ISO 80079-36:2016-07; PN-EN 1127-2:2014-08.

Na podstawie wyników tych badań, przy tworzeniu pierwszych założeń, określono minimalne graniczne parametry, które były zgodne z oczekiwaniami pionu technicznego w audytowanych kopalniach. Zespół konstruktorów musiał w procesie projektowania rozwiązać sprzeczności między kompaktowymi gabarytami maszyny a wymogiem szerokiego zakresu jej działania i funkcjonalności. Dodatkowym wyzwaniem był właściwy dobór organu urabiającego, uwzględniając kształt wypiętrzonego spągu oraz zmienność i niejednorodność jego struktury i budowy [4].

Poniżej wymieniono przyjęte kluczowe założenia techniczne.

Konstrukcja mechaniczna:

- masa nie większa niż 12 ton,
- prędkość jazdy nie mniejsza niż 6 m/min,
- poruszanie się po pochyłościach wzdłużnych $\pm 18^\circ$, poprzecznych $\pm 5^\circ$,
- wysokość frezarki nie większa niż 1,5 m,
- bęben urabiający (rys. 2), o prędkościach roboczych w zakresie 20–25 obr/min (bieg 1) oraz 40–50 obr/min (bieg 2) – umożliwi regulowanie wydajności pracy frezarki w funkcji wytrzymałości spągu na ściskanie,
- stół załadowniczy na urobek wraz z integralnym przenośnikiem odstawczym,
- prędkość łańcucha przenośnika odstawczego nie mniejsza niż 0,6 m/s,
- zakładana eksploatacyjna trwałość noża nie krótsza niż 8 h pracy dla założonej wytrzymałości spągu na ściskanie.

Elementy i instalacje elektryczne:

- główny silnik napędowy pompy hydraulicznej,
- silnik napędowy łańcucha przenośnika odstawczego,
- główna skrzynia sterownicza z falownikiem i zabezpieczeniami.

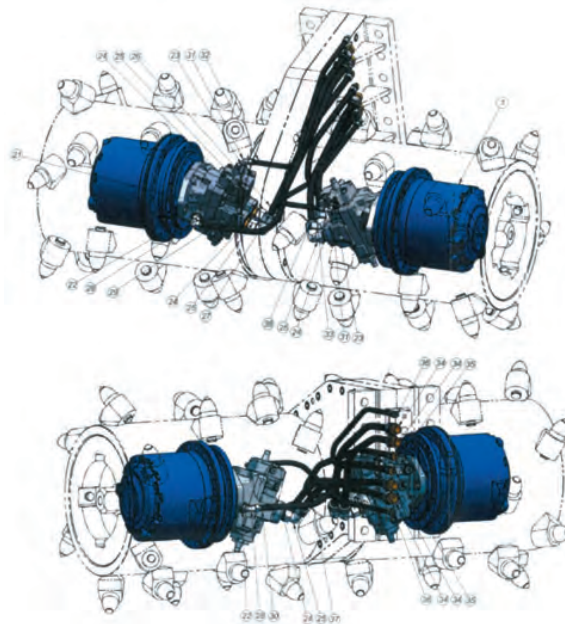
Obwody i instalacje hydrauliczne:

- dwie pompy układu hydraulicznego (jedna pracująca w układzie zamkniętym do obsługi bębna urabiającego, druga pracująca w układzie otwartym do napędzania wózków gąsienicowych, gwiazd załadowniczych, siłowników),
- silniki napędowe zabieraków gwiazdowych,
- układ jezdny gąsienicowy.

5. BADANIA PROTOTYPU GÓRNICZEJ FREZARKI SPĄGOWEJ HYDROMA

Aby rzetelnie przetestować budowany prototyp, mając na uwadze wysoki stopień wymagań dla nowego urządzenia na terenie firmy, zbudowano stanowisko badawcze z torem prób. W wytypowanych kopalniach przeprowadzono badania parametrów skał spągowych, a ich fragmenty/kawałki wykorzystano w mieszankach zastępczych przeznaczonych do frezowania testowego na stanowisku badawczym. Wykonane zostały trzy bloki z różnego składu mieszanek B1, B2, B3. Wymiary bloków (dł./szer./wys.): 2,8 m \times 1,4 m \times 1 m (rys. 3). Ich wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie wynosiła mniej więcej od $R_c = 20$ MPa do $R_c = 70$ MPa. Podczas badania tak przygotowane bloki ułożono różnorodnie względem siebie. Jednocześnie frezarka w trakcie urabiania bloków skalnych poruszała się po specjalnie przygotowanym podłożu skalno-węglowym o zmiennej granulacji. Taki sposób zorganizowania poligonu badawczego pozwolił zasympulować frezowanie spągu przy różnych płaszczyznach dojścia: czołowe, boczne, horyzontalne, oraz przy jednoczesnym frezowaniu kilku powierzchni. Poruszanie się Hydromy po zaaranżowanym podłożu pozwoliło ocenić jej stabilność przy pracy oraz mobilność podczas przejazdu w trudnym terenie.

Przeprowadzona seria badań, obejmująca około 30 prób w różnych wariantach przez niemal 20 godzin, pozwoliła na wychwycenie niedociągnięć, które były niezwłocznie poprawiane lub modyfikowane. W razie potrzeby przekonstruowywano całe podzespoły, aby zapewnić optymalne działanie maszyny.



Rys. 2. Schemat organu urabiającego – przedmiot zgłoszenia patentowego (Patent P.448424 – Organ urabiający górniczej frezarki spągowej)



Rys. 3. Praca frezarki spągowej – urabianie bloków z kawałkami skał spągowych na poligonie badawczym

Rozwiązano między innymi problem z nieprawidłową pracą podajnika oraz blokowaniem się gwiazd załadowniczych (rys. 4). Zaprojektowane pierwotnie gwiazdy były zbyt blisko siebie i ich ramiona zostały wykonane całe ze stali, co przy pojawieniu się więk-

szych elementów urobku powodowało zaklinowywanie się skał pomiędzy ramionami gwiazd i ich blokowanie. W wyniku modyfikacji końcówki ramion gwiazd wykonano z oryginalnych elastycznych zgar- niaków.



Rys. 4. Gwiazdy załadowcze: a) stan przed modernizacją, b) stan po modernizacji

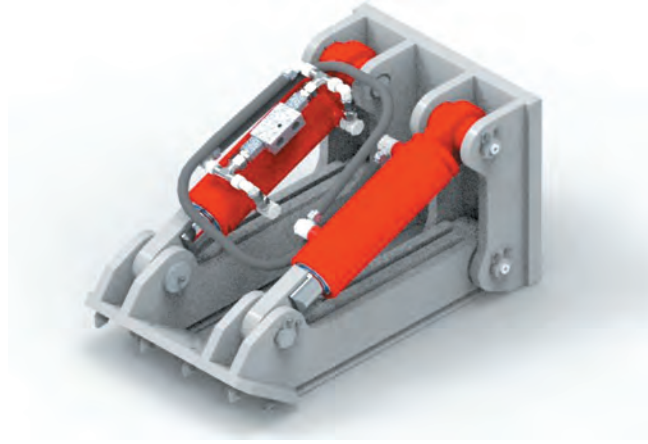
W ramach modyfikacji w prototypie Hydromy poprawiono układ zraszania wodnego, który przede wszystkim ma zapobiegać zapłonowi i wybuchowi, a także zmniejszać zapylenie i chłodzić noże [5] (rys. 5). Skuteczność działania tej instalacji została potwierdzona badaniami w Głównym Instytucie Gór-

nictwa PIB KD Barbara Zakład Zwalczania Zagrożeń Pyłowych. Zainstalowany układ zraszania wodnego zapewnia odpowiedni poziom bezpieczeństwa dla tego typu maszyny urabiającej i nie wymaga dodatkowych urządzeń zraszających, na przykład zraszania zanożowego.



Rys. 5. Stanowisko badawcze układu zraszania: a) próby badawcze; b) działanie układu zraszania

Zaprojektowano i wykonano dodatkową stopę umieszczoną z tyłu frezarki (rys. 6), umożliwiającą podparcie się o podłoże, co stabilizuje maszynę podczas pracy, szczególnie na pochyłościach. Zmienna wytrzymałość skał spągowych powoduje drgania maszyny. Nie stanowi to problemu podczas pracy w poziomie. Zwięk-



Rys. 6. Stopa oporowa do frezarki spągowej Hydroma

Niezbędnym elementem tej maszyny jest dedykowany układ sterowania wraz z wprowadzonymi algorytmami i procedurami, które uwzględniają różnorodne warunki podczas normalnej pracy oraz w sytuacjach awaryjnych [6]. Samo sterowanie pracą frezarki spągowej Hydroma realizowane jest za pomocą panelu sterującego (rys. 7), umożliwiającego:

- przebywanie operatora w bezpiecznej odległości, poza środowiskiem zanieczyszczeń spowodowanych urabianym podłożem, takich jak zapylenie czy hałas,
- wprowadzenie frezarki w obszary narażone na różnego rodzaju niebezpieczeństwa (zagrożenie osuwiskami, spadającymi elementami, oddziaływanie innych pracujących maszyn etc.),
- prowadzenie prac w miejscach trudno dostępnych bez narażania operatora,
- prowadzenie prac w środowisku oddziałującym niekorzystnie na ludzi lub stanowiącym dla nich niebezpieczeństwo (zagrożenie chemiczne, biologiczne, wodorowe, zapylenie itp.).



Rys. 7. Panel sterujący frezarki spągowej Hydroma

zenie pochyłości wzdłużnych o więcej niż 10° może spowodować osuwanie się maszyny podczas frezowania. W takim wypadku stosuje się stopę podpierającą. Niestety wydłuża się wtedy czas operacji – podparcie uniemożliwia poruszanie się maszyny do przodu, pozwala jednak na stabilną pracę układu frezującego.

W proponowanym rozwiązaniu nie przewidziano zastosowania kamer związanych z frezarką. Operator może przebywać z dala od frezarki, jednak w zasięgu jej pracy, tak aby kierować bezpieczną eksploatacją.

W więcej niż 30 próbach na torze testowym frezarka spągowa Hydroma wykonała swoją pracę na odcinku ponad 600 m.

W symulowanych cyklach: rozruch – praca na biegu jałowym – zatrzymanie, wykonanych 50 razy, silnik napędowy rozgrzał się do 60°C (pomiar na uzwojeniu silnika).

6. REZULTATY BADAŃ

Badania testowe prototypu potwierdziły przyjęte kluczowe założenia techniczne (wymienione wcześniej). Wynikowo masa prototypu Hydromy (rys. 8) wyniosła 12 ton, a jej wysokość nie przekroczyła 1,1 m. Pozytywne rezultaty pozwoliły przygotować prototyp Hydromy do badań i testów w celu sprawdzenia jego zgodności z dyrektywą maszynową 2006/42/WE oraz ATEX 2014/34/UE i normami z nimi zharmonizowanymi, tj.: PN-EN 12100:2010; PN-EN ISO/IEC 80079-38:2017-02; PN-EN ISO 80079-36:2016-07; PN-EN1127-2:2014-08.

Finalnie w wyniku projektu osiągnięto poziom gotowości technologicznej TRL 9. Zbudowana i przetestowana maszyna wykazuje się kompaktową budową w porównaniu z kombajnami chodnikowymi i spagoladowarkami, wyjątkowo niską wysokością (1,1 m), co

pozwala na prace w wyrobisku zajęty przez inne maszyny, urządzenia czy instalacje. Umożliwia samodzielne urabianie spągu (niwelację spągu), załadunek i odstawę urobku przez integralny przenośnik. Konstrukcja Hydromy pozwala doposażyć ją w specjalny wychylny podajnik odstawczy, dzięki czemu wzrasta elastyczność i wygoda w planowaniu miejsca odbioru urobku. Operator może sterować wszystkimi funkcjami maszyny drogą radiową z bezpiecznego miejsca.



Rys. 8. Prototyp frezarki spągowej Hydroma

Porównując prace frezarki spągowej Hydroma do dotychczasowych metod urabiania spągu, otrzymano następujące rezultaty.

1. Przy metodzie strzałowej – całkowita likwidacja gazów postrzałowych:

Czynnik szkodliwy	J.m.	Przy stosowaniu metody strzałowej	Przy stosowaniu frezarki spągowej
Zawartość toksycznych składników (NO_x) w gazach postrzałowych	[l/kg]	8,6	0,0
Zawartość toksycznych składników (CO) w gazach postrzałowych	[l/kg]	18,3	0,0

2. Przy metodzie pracy ręcznej wspomaganej narzędziami tzw. małej mechanizacji:
 - obniżenie stężenia pyłu wdychanego:

Czynnik szkodliwy	J.m.	Przy stosowaniu metody strzałowej	Przy stosowaniu frezarki spągowej
Średnie geometryczne stężenie (GM) pyłu wdychanego w chodniku kopalni podczas pobierki spągu na stanowisku pracownika szeregowego do grupy pierwszej narażenia	[mg/m ³]	8,25	7,00

Małe gabaryty, stosunkowo niska masa, przemyślana konstrukcja pozwala szybko i łatwo zmieniać jej lokalizację pomiędzy chodnikami i poziomami. Na odcinkach, gdzie jest to możliwe frezarka przemieszcza się sama w zasięgu zasilania elektrycznego – konieczność przepinania kabla zasilającego. W przypadku dalszego transportu, na przykład na inny poziom, istnieje możliwość szybkiego demontażu i montażu maszyny w kilku elementach.

- obniżenie pracochłonności i kosztów:

Czynnik szkodliwy	J.m.	Przy stosowaniu metody strzałowej	Przy stosowaniu frezarki spągowej
Liczba roboczogodzin do usunięcia 250 m ³ wypiętrzonego spągu	[h]	312,50	20,80
Koszt usunięcia 1 m ³ wypiętrzonego spągu*	[PLN/m ³]	800,00	123,85

* Koszty według analizy z 2018 r.

7. PODSUMOWANIE

Wyniki projektu badawczo-rozwojowego pt. „Opracowanie Innowacyjnej Górniczej Frezarki Spągowej HYDROMA” doprowadziły nie tylko do osiągnięcia poziomu gotowości technologicznej TRL9, ale także wykazały, że frezarka spągowa skutecznie rozwiązuje wiele problemów związanych z urabianiem wypiętrzonego spągu. Zastosowanie Hydromy umożliwia wydłużenie eksploatacji chodników podatnych na zaburzenia przez przywrócenie lub utrzymanie ich nominalnych przekrojów, nie powodując przy tym utrudnień ani przerw w ich funkcjonowaniu. Dzięki temu uproszczone zostaną procesy logistyczne przy przemieszczaniu materiałów, maszyn, urządzeń w takich wyrobiskach i drogach

transportowych, które są narażone na zaburzenia w formie wypiętrzania się spągu. Przekłada się to wprost na obniżenie kosztów wydobycia (inne obecnie stosowane metody przywrócenia funkcjonalności wyrobisk korytarzowych są niewspółmiernie droższe, co wykazano wcześniej), ponieważ te prace są konieczne do wykonania, jeśli dane wyrobisko jest niezbędne w dłuższej perspektywie czasowej i w procesie technologicznym wydobycia kopaliny lub do zapewnienia odpowiedniej wentylacji. Zbudowana maszyna pozwala na optymalizację kosztów w zakresie przywracania właściwych gabarytów zaciskanych od spągu wyrobisk. Zastąpienie dotychczasowych metod z użyciem materiałów wybuchowych lub urządzeń z napędem spalinowym przez maszynę z napędem elektrycznym wyposażoną w zraszacz likwiduje zapylenie, wydzielanie się gazów postrzałowych do atmosfery kopalnianej oraz eliminuje zagrożenia wynikające z wykonywania robót strzałowych w warunkach zagrożenia metanowego.

Zaprojektowana i wykonana maszyna daje możliwości przebudowy w celu jej dostosowania do innych warunków pracy lub zadań. Jeśli zaistnieje potrzeba wykorzystania frezarki o opisanych wyżej cechach w innym środowisku pracy, to firma UiK SA ma możliwości i środki techniczne, aby ją odpowiednio zmodyfikować lub opracować jej nową wersję w zależności od zapotrzebowania rynku, na przykład z napędem spalinowym lub napędem elektrycznym akumulatorowym.

Literatura

- [1] Krauze K., Kotwica K.: *Ładowarka z wymiennym osprzętem do frezowania skał spągowych*. Mechanizacja i Automatyzaacja Górnictwa 2009, 47, 1: 5–11.
- [2] Małkowski P., Ostrowski Ł.: *Wpływ właściwości mechanicznych skał otaczających wyrobisko korytarzowe na zjawisko wypiętrzania spągu*. Przegląd Górniczy 2014, 12, 70: 78–90.
- [3] *Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu podziemnych zakładów górniczych*. Dz.U. 2017, poz. 1118, z późniejszymi zmianami.
- [4] Kotwica K.: *Maszyny do mechanicznego drążenia wyrobisk korytarzowych w skałach zwięzłych – teraźniejszość i przyszłość*. W: *Górnictwo – perspektywy, zagrożenia: mechanizacja prac górniczych*, red. W. Biały, J. Brodny, S. Czerwiński. Wydawnictwo PA NOVA, Gliwice 2014: 117–135.
- [5] Krauze K., Bołoz Ł., Wydro T.: *Wskaźniki parametryczne oceny jakości noży styczno-obrotowych*. Archives of Mining Sciences 2015, 60, 1: 265–281.
- [6] *Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych*. Dz.U. 2002, nr 139, poz. 1169.
- [7] Deja P., Kapuściński D., Niedworok A., Polnik B.: *Badania innowacyjnego układu zasilająco-sterującego spagoladownicy górniczej*. Napędy i Sterowanie 2020, 7/8(22): 38–42.

dr inż. FRANCISZEK NIEZGODA
mgr inż. JANUSZ ZAJĄC
KAZIMIERZ MITKO
mgr inż. IZABELA GÓRECKA
mgr inż. STANISŁAW MOJŻYSZ
Urządzenia i Konstrukcje SA
ul. Fabryczna 10, 44-240 Żory
biuro@uiksa.pl