

PATRYCJA JANISZEWSKA

Samojezdne maszyny wierzące i kotwiące dla górnictwa podziemnego firmy Mine Master

Eksploatacja podziemna (wybieranie) minerałów użytecznych składa się z trzech głównych faz, gdzie cały proces zaczyna się od urabiania i następnie poprzez ładowanie kończy się na stawianiu obudowy. Urabianie minerału realizowane jest za pomocą materiału wybuchowego lub mechanicznie maszynami nazywanymi kombajnami (urabianie i ładowanie). W przypadku skał trudno urabialnych i abrazywnych pozostaje w chwili obecnej jedynie wykorzystanie materiału wybuchowego jako czynnika niszczącego spójność skały oraz zastosowanie technologii komorowej lub komorowo-filarowej czy chodnikowej. Zastosowanie materiału wybuchowego wymaga wykonania otworów o różnej długości i średnicy zorientowanych przestrzennie, manualnie lub mechanicznie. Wtedy najczęściej stosuje się samojezdne wozy wierzące, ładowarki, samojezdne wozy kotwiące i transportowe. Zestaw tych maszyn stanowi zmechanizowany kompleks do eksploatacji minerałów trudno urabialnych i abrazywnych, choć można je stosować również w przypadku innych skał. Takim przykładem są maszyny produkowane przez firmę Mine Master Sp. z o.o. przeznaczone do eksploatacji rud metali takich jak miedź, cynk czy nikiel, ale również soli kamiennych i potasowych oraz łupków bitumicznych.

Słowa kluczowe: *system eksploatacji komorowej i komorowo-filarowej, samojezdne wozy wierzące, kotwiące i transportowe, ładowarki*

1. WPROWADZENIE

Wybieranie podziemne minerałów użytecznych składa się z trzech głównych faz: cały proces zaczyna się od urabiania (materiał wybuchowy, frezowanie, struganie) i następnie – przez ładowanie (szeregowo, równoległe) – kończy się na stawianiu obudowy (odbudowa kotwowa, podporowa). Urabianie minerału realizowane jest za pomocą materiału wybuchowego lub mechanicznie maszynami nazywanymi kombajnami (urabianie i ładowanie). W przypadku skał trudno urabialnych i abrazywnych pozostaje w chwili obecnej jedynie wykorzystanie materiału wybuchowego jako czynnika niszczącego spójność skały oraz zastosowanie technologii komorowej lub komorowo-filarowej czy chodnikowej. Zastosowanie materiału wybuchowego wymaga wykonania otworów o różnej długości i średnicy, zorientowanych przestrzennie, manualnie lub mechanicznie. Otwory można wykonywać manual-

nie (ręcznie) lub mechanicznie, stosując sterowanie lokalne, zdalne lub automatyczne. Oczywiście najczęściej otwory te wykonuje się mechanicznie, stosując samojezdne wozy wierzące, gdzie głównym podzespołem takiego wozu jest wysięgnik lub wysięgniki z ramami prowadniczymi, wyposażone w różnego typu wiertarki [1, 2]. Następnie, po odstrzeleniu, urobek ładowany jest ładowarkami, najczęściej czołowo sypiącymi, do samojezdných wozów transportowych, które przemieszczają go do dalszych środków transportowych. Stateczność wyrobiska uzyskuje się, stosując różnego typu obudowy, najczęściej kotwowe. Również wtedy wymagane jest wykonanie otworu do zabudowy kotwy. Można to osiągnąć manualnie lub mechanicznie za pomocą samojezdných wozów wierząco-kotwiących [3]. Zestaw tych maszyn stanowi zmechanizowany kompleks do eksploatacji minerałów trudno urabialnych i abrazywnych, choć można je stosować również w przypadku innych skał, gdzie czynnikiem decydującym jest

głównie ich abrazywność. Takim przykładem są maszyny produkowane przez firmę Mine Master Sp. z o.o. przeznaczone do eksploatacji rud metali, takich jak miedź, cynk czy nikiel, ale również soli kamiennych i potasowych oraz łupków bitumicznych. Maszyny te są stosowane z powodzeniem również w robotach tunelowych [4], gdzie skały urabiane są z wykorzystaniem materiału wybuchowego.

Firma Mine Master Sp. z o.o. produkuje kilka typów samojezdnych wozów wierzących [5] z napędem spalinowym (silnik diesla) lub elektrycznym (baterie akumulatorowe) [6], jak również samojezdnych wozów kotwiących. Nowością są samojezdne wozy do wiercenia przestrzennego długich otworów z magazynem żerdzi.

2. SAMOJEZDNE WOZY

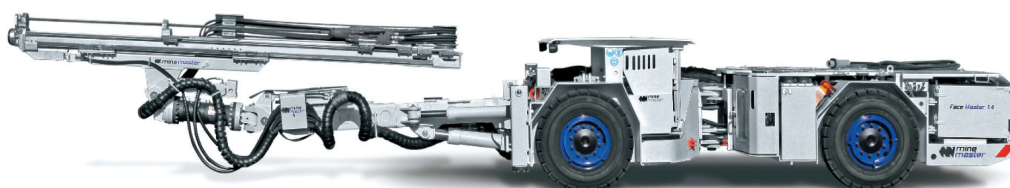
Wspomniano wcześniej, że Mine Master specjalizuje się głównie w samojezdnych wozach wierzących, wiertniczych oraz kotwiących z napędem spalinowym lub elektrycznym (dodatkowo litera E). Samojezdne wozy wierzące oznaczane są odpowiednio: Face Master 1.4, Face Master 1.7, Face Master 1.7K, Face Master 2.1, Face Master 2.3 i Face Master 3.0 i służą one do wykonywania otworów strzałowych. Natomiast samojezdne wozy kotwiące oznaczono Roof Master 1.4, Roof Master 1.7, Roof Master 1.8 i Roof Master 2.3 i służą one do kotwienia wyrobiska w celu zapewnienia jego stateczności. Samojezdny wóz do wiercenia przestrzennego długich otworów z magazynem żerdzi oznaczono w następujący sposób: Production Master 2.3.

2.1. Samojezdne wozy wierzące

Samojezdny wóz wierzący niski Face Master 1.4 (rys. 1) jest przeznaczony do wiercenia otworów strzałowych w zakresie średnic 41–76 mm i długości netto 3,2 m. Maszyna przegubowa z napędem hydrostatycznym na cztery koła (silniki w kołach) i hamulcami dynamicznymi oraz HAP. Maszyna może być stosowana w niemietanowych wyrobiskach kopalń rud oraz surowców mineralnych. Konstrukcja maszyny pozwala na skuteczne wykonywanie wierceń w wyrobiskach o wysokości od 1,6 m.

Samojezdny wóz wierzący niski, Face Master 1.7, jest przeznaczony do wiercenia otworów strzałowych w zakresie średnic 41–76 mm i długości netto 3,2 m. Maszynę można stosować w niemietanowych wyrobiskach kopalń rud oraz surowców mineralnych. Konstrukcja maszyny pozwala na skuteczne wykonywanie wierceń w wyrobiskach o wysokości od 2 m do 4,3 m.

Face Master 1.7K (rys. 2) to udoskonalona wersja FM 1.7. Maszyna ma zamkniętą i ergonomiczną kabinę operatora (kapsuła), podnoszoną i opuszczaną hydraulicznie. Konstrukcja kabiny oraz rama platformy roboczej (przedniej) poddawana jest badaniom dynamicznym na przenoszenie obciążeń o energii kinetycznej 60 kJ, co potwierdzone jest stosownym certyfikatem. Natomiast przednia szyba operatora spełnia wymagania klasy P8B wg normy EN-356. Kabina jest również wyposażona w układ klimatyzacji pracujący podczas przejazdów oraz podczas pracy z sieci kopalnianej 500 V oraz w filtr kabinowy. Dodatkowo w celu zapewnienia najlepszej ochrony operatora przed zagrożeniem gazowym, pojawiającym się w wyrobiskach KGHM, w kabinie znajduje się filtr przeciwko siarkowodorowi (H_2S).



Rys. 1. Face Master 1.4 – wóz wierzący do niskich wyrobisk



Rys. 2. Face Master 1.7K – wóz wierzący do niskich wyrobisk z klimatyzowaną kabiną

W celu zapewnienia doskonałej trakcji został zastosowany przegub o dwóch osiach skrętu (pionowy oraz o oscylacji poziomej), dzięki czemu została uzyskana bardzo dobra stateczność przy manewrowaniu i znacznie zmniejszone wymiary wyrobisk, w których może poruszać się maszyna. Organ roboczy maszyny oparty jest na sprawdzonej konstrukcji wysięgnika B40 HD oraz wiertarki HC 109 produkcji Montabert, wyposażonej w głowicę wodną o podwyższonej odporności na działanie agresywnej wody płuczkowej.

Jednowysięgnikowy wóz wierzący Face Master 2.1 przeznaczony jest do pracy w wąskich pokładach. Główne cechy tej maszyny to:

- organ roboczy z obrotnikiem dwuosiowym znacznie poprawiającym manewrowanie ramą prowadniczą,
- obrót o 360° wysięgnika w obu płaszczyznach umożliwiający wymianę koronki ze stanowiska operatora,
- sprawdzona konstrukcja wychyłu przegubu głównego dla poprawy trakcji,
- osłona operatora w wykonaniu FOPS & ROPS z podnoszonym daszkiem oraz hydraulicznie sterowanym segmentem w celu poprawy widoczności podczas wiercenia pionowego,
- pole pokrycia 30 m²,
- mocny napęd hydrostatyczny do jazdy przy wzniesieniach do 14 stopni,
- automatyczna blokada przegubu zapewniająca zwiększoną stateczność maszyny podczas wiercenia.

Face Master 2.3 (rys. 3) to dwuwysięgnikowy wóz wierzący przeznaczony do wiercenia otworów strzałowych w zakresie średnic 41–76 mm, o polu pokrycia 67 m² i napędem na cztery koła. Maszynę można stosować w niemietanowych wyrobiskach kopalń rud oraz surowców mineralnych. Konstrukcja maszyny

pozwała na skuteczne wykonywanie wierceń w wyrobiskach o wysokości od 2,5 m do 6,1 m. Niniejszy wóz charakteryzuje się następującymi cechami:

- system hydrauliczny z bezpośrednim sterowaniem zawierający funkcje: antyzakleszczeniowe koronki w otworze, zawieranie oraz kontrolę ciśnienia posuwu w celu zoptymalizowania parametrów wiercenia,
- wysięgniki B40L o wysuwie 1500 mm,
- aluminiowa rama prowadnicza serii F 7000 w prowadnicach ze stali nierdzewnej – prosta konstrukcja zapewniająca niskie koszty użytkowania,
- minimalna wysokość transportowa 2,3 m z regulowanym siedziskiem operatora,
- szerokość maszyny 1,99 m pozwalająca na jazdę w wyrobiskach o minimalnej szerokości 4,5 m pod kątem 90 stopni,
- konstrukcja przegubowa z napędem na 4 koła,
- system hamulcowy SAHR obsługujący hamulce zasadnicze i HASR obsługujący hamulce postojowe/ bezpieczeństwa,
- wóz jest wyposażony w cztery podpory spągowe,
- maszyna w wykonaniu standardowym zawiera osłonę operatora w wykonaniu FOPS/ROPS.

Face Master 3.0 to maszyna przegubowa z napędem na cztery koła, której minimalna wysokość transportowa to 2,9 m. Sterowanie ruchami prostowodowe wysięgnika typu B 40L o standardowym wysuwie 1500 mm za pomocą joysticka zapewnia precyzyjne i szybkie przemieszczenie wysięgnika i wiertarki między kolejnymi wierconymi otworami. Prosta i niezawodna konstrukcja aluminiowej ramy prowadniczej z serii F 7000 znacznie obniża koszty i ułatwia serwisowanie. Sterowanie hydrauliczne zapewnia niskie koszty eksploatacji i wysoką niezawodność.



Rys. 3. Face Master 2.3 – dwuwysięgnikowy wóz wierzący

2.2. Samojezdne wozy kotwiące

Wóz kotwiący Roof Master 1.4 jest wyposażony w system wiercenia na sucho (odsysanie zwiercin) lub system wiercenia płuczkowego (z płuczką wodną). Wiercenie odbywa się za pomocą wiertarki obrotowej. Położenie stanowiska operatora umożliwia pełną kontrolę podczas instalacji kotew. Zastosowany w wozie układ roboczy umożliwia wiercenie otworów o średnicy 25–38 mm pod kotwy ekspansywne i wklejane, dwufazowo z wykorzystaniem możliwości przedłużania kolumny żerdzi.



Rys. 4. Roof Master 1.7 – wóz kotwiący

2.3. Samojezdny wóz do wiercenia przestrzennego długich otworów

Production Master 2.3 (rys. 5) to samojezdna maszyna do wiercenia długich otworów równoległych w stropie i spągu, jak również do wierceń wachlarzowych i obwodowych w pionie lub pod zadanym kątem. System młotka górnego daje możliwość wiercenia otworów w zakresie 64–165 mm w zależności od konfiguracji. Prosty w obsłudze system pozycjonowania ułatwia wiercenie w wymaganych kierunkach. Maszyna ma bardzo dobrą stateczność pozwalającą na szybką jazdę nawet w trudnych warunkach. Przenośny panel sterowania umożliwia dokładne wiercenie oraz łatwą i bezpieczną obsługę.



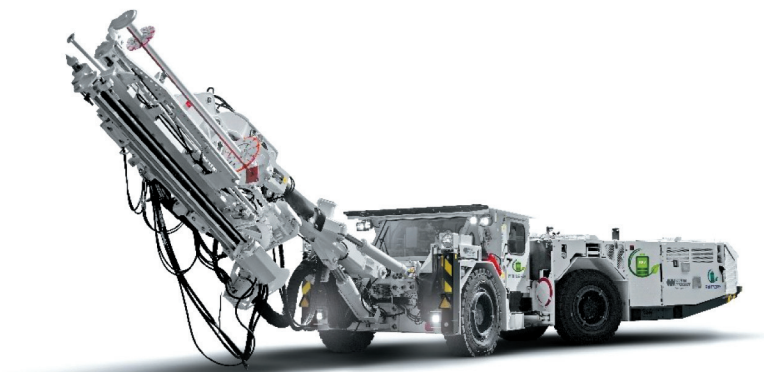
Rys. 5. Production Master 2.3 – wóz do wiercenia długich otworów

Roof Master 1.7 (rys. 4) jest przeznaczony do wykonywania obudowy kotwowej w wyrobiskach górniczych o wysokości min. 1,92 m i maks. 4,0 m. Zespół roboczy stanowi wieżyczka produkcji J.H. Fletcher z wiertarką obrotową i z odsysaniem zwiercin.

Samojezdny wóz kotwiący Roof Master 2.3 jest przeznaczony do kotwienia wyrobisk podziemnych w zakresie wysokości 4–7 m. Maszyna umożliwia wykonanie wiercenia otworów kotwowych, instalację kotew cementowych i wyłożenie stropu oraz ociosów siatką za pomocą podajnika siatki.

2.4. Samojezdne wozy wierzące i kotwiące z napędem elektrycznym

Wóz kotwiący z napędem elektrycznym (baterijnym) Roof Master 1.8KE (rys. 6) jest przeznaczony do pracy w wyrobiskach o wysokości od 3,0 m do 5,8 m. Maszyna jest wyposażona w wieżyczkę kotwiącą, która mieści dziewięć kotew o długości 1,8 m. Na maszynie zainstalowano baterię sodowo-niklową o pojemności 120 kWh. Cechą charakterystyczną układu BEV zastosowanego na obu rozwiązaniach maszyn bateryjnych jest możliwość doładowywania baterii z istniejącej sieci energetycznej kopalni w zakresie napięcia 500–1000 V z wykorzystaniem ładowarki baterii zabudowanej na podwoziu maszyn, a także możliwość doładowywania baterii w czasie przejazdów podczas hamowania oraz podczas zjazdów na nachyleniach.



Rys. 6. Roof Master 1.8KE – wóz kotwiący o napędzie bateryjnym

Operator ma do dyspozycji ergonomiczną, klimatyzowaną kabinę z filtrem kabinowym.

Face Master 1.7LE to wóz wierzący przeznaczony do wykonywania otworów strzałowych o średnicy od 41 mm do 76 mm i długości 3,2 m, w wyrobiskach powyżej 1,7 m. Jest wyposażony w zamkniętą, klimatyzowaną kabinę, w której operator ma bardzo dobrą widoczność. Szczególnym osiągnięciem, jeżeli chodzi o tę wiertnicę, jest to, że mimo zabudowanej baterii maszyna ma jedną z najniższych wysokości transportowych (1,65 m) w swojej klasie maszyn i przystosowana jest do przejazdów w ciężkich warunkach wyrobisk górniczych w systemie filarowo-komorowym o nachyleniu do 15 stopni.

3. PODSUMOWANIE

Samojezdne wozy wierzące czy kotwiące stosowane są przy eksploatacji różnego rodzaju minerałów, najczęściej systemem komorowym lub komorowo-filarowym, ale też przy drążeniu wyrobisk korytarzowych. Wtedy spójność skał niszczone jest za pomocą materiału wybuchowego. Wspomniane maszyny oraz samojezdne wozy wierzące otwory przestrzennie zapoczątkowują proces wybierania, gdzie z ładowarkami i samojezdnymi wozami transportowymi stanowią zestaw maszyn nazywanych kompleksami. Można również taki zestaw stosować nie tylko do eksploatacji minerałów użytecznych, ale też do realizacji obiektów budowlanych, takich jak tunele, przekopy, przepusty, sztolnie zrzutowe czy kanały. Należy jednak w każdym z tych wspomnianych przypadków zestawiać maszyny, uwzględniając ich parametry technicz-

ne, mając na uwadze miejsce ich pracy oraz założoną wydajność czy postęp.

Opisane powyżej samojezdne wozy wierzące, kotwiące czy wierzące otwory przestrzennie firmy Mine Master produkowane są właśnie do tych celów. Zastosowanie ich w konkretnych warunkach górniczo-geologicznych związane jest z ich parametrami technicznymi, które umożliwiają uzyskanie założonych wydajności czy postępów. Stąd zawsze produkowane są do konkretnych zamówień, a w wielu przypadkach wychodzą naprzeciw przyszłym potrzebom i wymaganiom.

Literatura

- [1] Gospodarczyk P., Kotwica K., Mendyka P., Stopka G., Bołoz Ł.: *The design and analysis of drilling and bolting rigs for narrow vein exploitation, Exploration and mining, mineral processing*. International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, Sofia, vol. 2, 2016: 881–888.
- [2] Karliński J., Działak P., Bałchanowski K.J., Wudarczyk S.: *Development and analysis of kinematics of working unit of self-propelled drilling machine*. Mining – Informatics, Automation and Electrical Engineering 2018, 1: 67–73.
- [3] Czajkowski A., Nadolny J., Gill D., Reś J.: *Automatyzacja procesu kotwienia przyszłością procesu eksploatacji złóż rudy miedzi*. W: *Materiały międzynarodowego kongresu górnictwa rud miedzi: perspektywy i wyzwania*, Lubin 2009: 30–39.
- [4] Derlukiewicz D., Karliński J.: *Static and dynamic analysis of telescopic boom of self-propelled tunneling machine*. Journal of Theoretical and Applied Mechanics 2012, 50, 1: 47–59.
- [5] Mine Master: www.minemaster.eu [15.03.2021].
- [6] Szurlej T., Ostapów L., Mendyka P.: *Functional structure of battery drive for self-propelled mining rig used in room-pillar ore exploitation system*. New Trends in Production Engineering, 2, 1, 2019: 112–120.

mgr **PATRYCJA JANISZEWSKA**
 Mine Master Sp. z o.o.
 ul. Dworcowa 27, 59-500 Wilków
pjaniszewska@minemaster.eu