

*Stefan Laskownicki**, *Zbigniew Maćkowiak**,
*Barbara Gołębek***, *Johann Kasperski***

MECHANIZACJA ROBÓT STRZAŁOWYCH W ZAKŁADACH GÓRNICZYCH KGHM POLSKA MIEDŹ SA Z ZASTOSOWANIEM MATERIAŁÓW WYBUCHOWYCH EMULSYJNYCH LUZEM

1. Wstęp

W kopalniach KGHM Polska Miedź SA głównym sposobem urabiania skał jest technika strzelnicza. Podstawową maszyną używaną przez górników strzałowych podczas wykonywania robót strzałowych był i jest do dzisiaj opracowany w latach siedemdziesiątych samojezdny wóz strzelniczy typu SWS, który z czasem był odpowiednio modyfikowany. Obecnie stosowane wozy oznaczone symbolem SWS-4 służą do transportu środków strzałowych i górników strzałowych ze składów MW do przodków. Z pomostu roboczego maszyny odbywa się ładowanie otworów strzałowych. Brygadę strzałową stanowi 3–4 górników. Do otworów strzałowych materiał wybuchowy wprowadzany jest ręcznie, przy użyciu drewnianego nabijaka. Sposób taki jest pracochłonny, gdyż ilość MW załadowywanego w jednym przodku wynosi od kilkudziesięciu do ponad stu kilkudziesięciu kilogramów. Materiał ten należy wcześniej również ręcznie załadować na platformę wozu w składzie MW. Górne otwory strzałowe ładuje się z podnoszonej platformy, jednak ograniczone pole pracy (tylko podnoszenie i opuszczanie platformy) powoduje konieczność przestawiania maszyny w czasie załadunku przodka.

Zagrożenia wstrząsów lub tąpnięć górotworu wymusiły na służbach strzałowych kopalni działania zmierzające do zmechanizowania procesu ładowania otworów strzałowych materiałem wybuchowym.

Głównym celem wprowadzonej mechanizacji było maksymalne skrócenie czasu przebywania górników strzałowych w bezpośredniej strefie zagrożenia, jaką jest czoło przodka frontu eksploatacyjnego, oraz zmniejszenie obciążenia górników strzałowych pracą fizyczną.

* KGHM Polska Miedź SA, Oddział Zakłady Górnicze Rudna

** BLASTEXPOL Sp. z o.o.

2. Trochę historii

W latach 1994–1996 w Zakładach Górniczych Rudna przeprowadzono próbne strzelania z wykorzystaniem materiałów wybuchowych emulsyjnych luzem. Zastosowano materiał o nazwie Impulsit RP-220 produkcji firmy Westspreng GmbH oraz Nitremul-3 produkcji ZTS Nitron w Krupskim Młynie. Materiał wybuchowy emulsyjny luzem zatłaczany był do otworów strzałowych za pomocą pomp WSG-3 produkcji firmy Westspreng GmbH oraz PE-35 produkcji ZTS Nitron w Krupskim Młynie. Pompy te były umieszczone na ruchomej platformie samojezdnego wozu strzelniczego typu SWS-4B. Skuteczność MWE luzem oceniono pozytywnie. Pewne trudności związane były z postacią użytkową MWE luzem, który był pakowany w worki foliowe i kartony, co wiązało się z koniecznością ręcznego załadunku i przeładunku kartonów. Wydajność pomp tłoczących była zbyt mała, co powodowało zbyt długi czas ładowania jednego przodka (30÷40 min.).

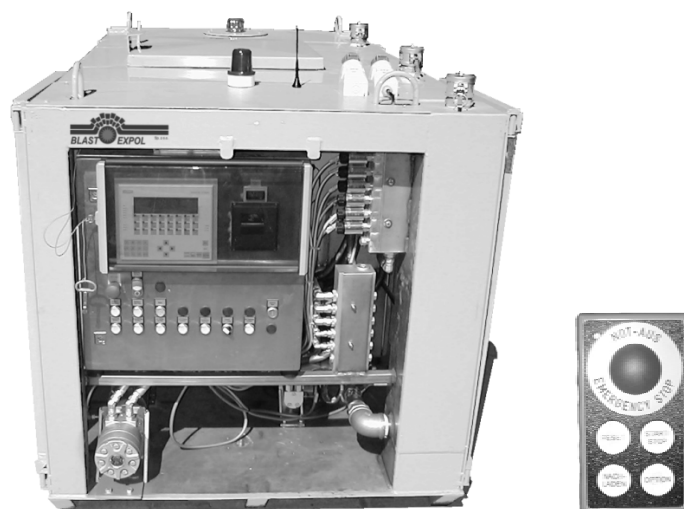
W roku 1995 w Zakładach Górniczych Rudna wdrożono do eksploatacji pierwszy samojezdny wóz strzelniczy typu SWS-5 do mechanicznego załadunku otworów strzałowych saletrolem (ANFO), dwa takie wozy zakupiono w firmie Nitro Nobel w Szwecji. Pojazdy wyposażone były w dwa zbiorniki o pojemności 1000 i 500 litrów służące do transportu saletrolu oraz w układ pneumatyczny umożliwiający ładowanie otworów strzałowych. W następnych latach powstał szereg konstrukcji wozów strzelniczych do mechanicznego załadunku otworów strzałowych saletrolem w całości zaprojektowanych i wyprodukowanych w Zakładach Mechanicznych „Lena” w Wilkowie. Wozy te, o wysokościach od 1,7 m do 2,6 m, pracują we wszystkich zakładach górniczych KGHM Polska Miedź SA.

3. Urządzenie mieszalniczo-załadowcze emulsyjnych MW luzem typu RP-T

Ze względu na ograniczoną możliwość stosowania saletrolu w zakładach górniczych KGHM Polska Miedź SA (brak odporności na wodę, słaba energetyczność, wysoka zawartość substancji szkodliwych w gazach postrzałowych) trwały dalsze prace nad wprowadzeniem mechanicznego załadunku MW emulsyjnych. Ich efektem było podpisanie umowy o współpracy pomiędzy Blastexpołem a O/ZG Rudna, a następnie skonstruowanie przez Blastexpol urządzenia mieszalniczo-załadowczego emulsyjnych MW luzem typu RP-T. Przy pomocy tego urządzenia w listopadzie i grudniu 2002 roku przeprowadzono 15 strzelań próbnych w Zakładach Górniczych Rudna, zużywając około 4000 kg MW.

Urządzenie mieszalniczo-załadowcze typu RP-T (rys. 1) jest przeznaczone do wytwarzania i mechanicznego załadunku do otworów strzałowych emulsyjnego materiału wybuchowego luzem w zakładach górniczych podziemnych niewęglowych i niemietanowych. Możliwe jest pompowanie emulsji uczulonej mikrosferami lub uczulanej chemicznie. W pierwszym przypadku urządzenie służy tylko do załadunku gotowego materiału, w drugim dwa komponenty, tj. matryca emulsji i uczulacz, są mieszane podczas procesu załadunku i stają się materiałem wybuchowym dopiero po kilkunastu minutach od załadowania do otworu strza-

łowego. Powstały w ten sposób materiał wybuchowy charakteryzuje się doskonałą wodoodpornością oraz niewielką ilością szkodliwych składników w gazach postrzałowych. W czasie transportu i całego procesu ładowania surowce i półprodukty nie są materiałami wybuchowymi, co gwarantuje wysoki stopień bezpieczeństwa prac strzałowych. Komputerowy system sterowania załadunkiem umożliwia ścisłą ewidencję ilości załadowanego materiału (np. ilość MWE na otwór strzałowy, ilość MWE na przodek, całkowita ilość MWE załadowanego itp.).



Rys. 1. Urządzenie typu RP-T wraz z polotem zdalnego sterowania

Urządzenie RP-T jest w pełni niezależne, posiada własny elektrohydrauliczny układ zasilania. Może być transportowane za pomocą wózka widłowego lub urządzenia dźwigowego. Urządzenie daje się swobodnie zabudować na wozie strzelniczym lub innym pojeździe, wówczas istnieje możliwość zasilania alternatywnego z napędu pojazdu. W czasie prób urządzenie to było zabudowane na samojezdnym wozie transportowym typu SWT-3 i podłączane do kopalnianej sieci elektrycznej o napięciu 500 V.

Niektóre dane techniczne urządzenia RP-T:

— długość	2390 mm,
— wysokość	1310 mm,
— szerokość	1200 mm,
— masa	1340 kg,
— maksymalna wydajność ładowania	113 kg/min.,
— optymalna wydajność ładowania	30÷70 kg/min.,
— pojemność zbiornika emulsji	600 kg.

Strzelania wykonywano materiałem wybuchowym emulsyjnym luzem typu RP-T 1. Stosowano włomy równoległe i klinowe, długość otworów wynosiła 3,2 m, 4,3 m i 6,0 m, a średnice — 51 mm i 64 mm. Strzelania przeprowadzono w skałach o różnej zwięzłości i urabialności. W przeważającej liczbie strzelanych przodków uzyskano urobek prawidłowo sprzymowany, odpowiednio rozdrobniony, a uzyskane zabiory były bardzo dobre.

Szczególną uwagę należy zwrócić na strzelanie z zabiorem 6 m, w którym zastosowano metrykę z włomem równoległym z jednym otworem pustym o średnicy 127 mm. Pozostałe 27 otworów strzałowych odwiercono koronką 51 mm. Uzyskano zabiór 5,7 m, przy zużyciu jednostkowym MW 0,7 kg/Mg urobku. Czas ładowania jednego otworu strzałowego wynosił tylko około 5 sekund, co skróciło czas załadunku jednego przodka o połowę.

4. Samojezdny wóz strzelniczy typu SWS-E

Dalszym krokiem w dziedzinie mechanizacji robót strzałowych z zastosowaniem MW emulsyjnych luzem w KGHM Polska Miedź SA było zbudowanie przez firmę Blastexpol we współpracy z O/ZG Rudna samojezdnego wozu strzelniczego typu SWS-E (rys. 2), który na początku 2004 roku został wdrożony do użytku w Zakładach Górniczych Rudna.



Rys. 2. Samojezdny wóz strzelniczy typu SWS-E

Doświadczenia uzyskane podczas użytkowania sprzętu w KGHM, takiego jak wiertnice, kotwiarki i starszego typu wozy strzałowe, wykazywały konieczność indywidualnego ich projektowania, uwzględniającego lokalne warunki eksploatacji:

- wysokość wyrobiska;
- szerokość i wysokość dróg dojazdowych, łuki i skrzyżowania;
- organizację ruchu przewozowego;

- warunki klimatyczne i wynikającą z tego agresywność środowiska;
- wymagania formalne, tj. przepisy i obowiązujące normy;
- zastosowanie podzespołów zunifikowanych z dotychczas występującymi w ich gospodarczym otoczeniu.

W fazie projektowania wozu wzięto pod uwagę wszystkie wymienione czynniki, dostosowując jego konstrukcję do warunków występujących w kopalni Rudna.

Samojezdny wóz strzelniczy typu SWS-E przeznaczony jest do:

- wytwarzania i mechanicznego załadunku do otworów strzałowych emulsyjnego materiału wybuchowego luzem. Możliwe jest także pompowanie emulsji uczulonej mikrosferami lub uczulanej chemicznie;
- przewozu dodatkowej osoby należącej do obsługi;
- przewozu środków strzałowych w ilościach:
 - zapalniki elektryczne lub nieelektryczne 400 szt.,
 - lont detonujący 150 mb,
 - materiał wybuchowy nabojewany 25 kg,
 - pobudzacze wybuchowe 400 szt.;
- wykonywania ręcznego, tradycyjnego załadunku MW do otworów oraz prac pomocniczych z podestu roboczego.

Do budowy wozu wykorzystano podwozie Atlas Copco typu DC 17B, na którym zabudowano:

- urządzenie mieszalniczo-załadowcze emulsyjnych materiałów wybuchowych luzem;
- wysięgnik wraz z podestem roboczym;
- zespół pompowy układu hydraulicznego;
- pojemniki na środki strzałowe i zapalniki;
- instalację elektryczną 500 V ze zwijakiem kabla elektrycznego;
- osłonę operatora i pomocnika (daszek ochronny) spełniającą normę górniczą 60 000 J;
- dodatkowe siedzisko pomocnika;
- stałą instalację gaśniczą;
- zabezpieczenie antyelektrostatyczne.

Wysięgnik wraz z podestem roboczym przymocowany jest obrotowo do ramy za pomocą pionowego sworznia. Kinematyka wysięgnika pozwala na podnoszenie, skręt, przechył i wysuw podestu roboczego. Podnoszenie i obrót wysięgnika oraz przechył i skręt podestu są sprzężone hydraulicznie w tzw. układ poziomowania podestu, który pozwala na prostowodowe prowadzenie podestu w całym zakresie podnoszenia i obrotu wysięgnika. Oznacza to, że wypoziomowana podłoga podestu w dolnym położeniu wysięgnika zachowa swoje poziome położenie w każdym momencie ruchu wysięgnika do góry, w lewo i w prawo. Wysięgnik pozwala na załadowanie całego przodka o szerokości 8 m i wysokości 6 m z jednego ustawienia wozu.

Sterowanie ruchami podestu odbywa się za pomocą zabudowanych na nim rozdzielaczy układu hydraulicznego. Z kabiny operatora możliwe jest również sterowanie wysięgnikiem, które służy głównie do manewrowania podczas przejazdu.

Podest roboczy stanowi główne stanowisko pracy. Składa się on ze stalowej ramy spawanej, osłoniętej dookoła barierkami ochronnymi. Z boku podestu znajdują się otwierane drzwiczki wejściowe. Podłogę podestu stanowi krata pomostowa. Część podestu chroniona jest daszkiem, podnoszonym i opuszczanym za pomocą siłownika hydraulicznego, blokowanym za pomocą sworznia. Na podeście znajduje się elektryczny wyłącznik awaryjnego zatrzymania pracy maszyny, zawór awaryjnego opuszczania podestu w przypadku awarii systemu zasilania układu hydraulicznego oraz prosty pulpit sterowniczy urządzenia mieszalniczo-załadowczego.

Urządzenie mieszalniczo-załadowcze zabudowane na wozie SWS-E cechuje się zwartą i przejrzystą budową. W stalowej ramie zabudowane są cztery zbiorniki wykonane ze stali kwasoodpornej:

- 1) zbiornik matrycy emulsji o pojemności 600 litrów,
- 2) zbiornik wody,
- 3) zbiornik składnika 1,
- 4) zbiornik składnika 2.

Wyjście każdego zbiornika jest połączone z odpowiednią pompą.

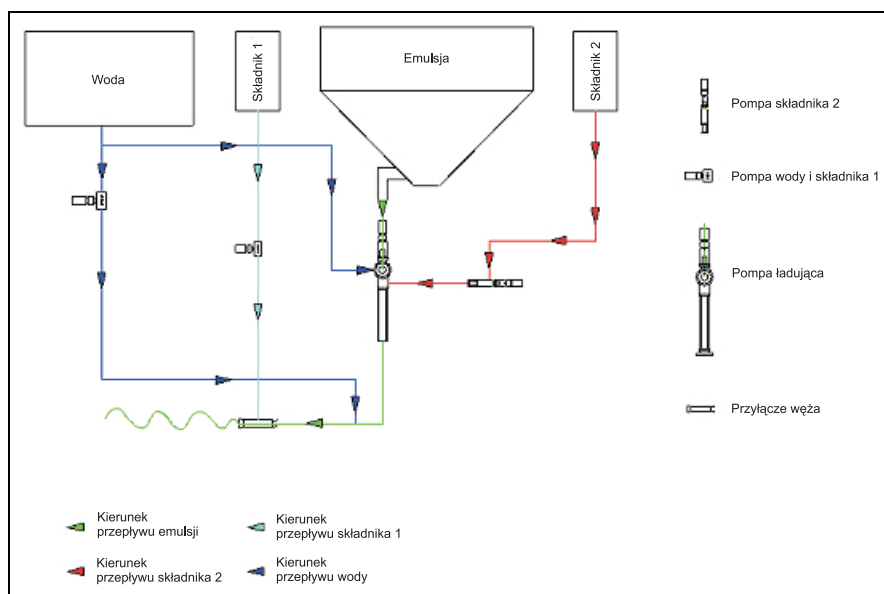
Układ sterowania załadunkiem zbudowany został w oparciu o układ Simatic C7 produkcji firmy Siemens. System ten umożliwia szybką zmianę i rejestrację parametrów procesu załadunku. Załączanie i wyłączanie pompy ładującej odbywa się za pomocą pilota zdalnego sterowania, przesyłającego sygnały drogą radiową.

Na pilocie znajdują się następujące przyciski:

- start/stop,
- kasowanie wskazań licznika załadowanych kilogramów przypadających na jeden otwór,
- doładowanie otworu,
- stop — awaria,
- przycisk rezerwowy.

Matryca emulsji podawana jest ze zbiornika do pompy ładującej, do której również dozowany jest składnik 2. Oba składniki są ze sobą mieszane, następnie do tej mieszaniny dodawany jest do nich składnik 1. Po opuszczeniu węża składniki zostają ze sobą wymieszane dopiero w otworze strzałowym — uczulona emulsja staje się materiałem wybuchowym dopiero w ciągu kilkunastu minut po załadowaniu otworu strzałowego. Schemat instalacji urządzenia przedstawia rysunek 3.

Czynności operatora ograniczają się do zadania żądanej ilości materiału wybuchowego na jeden otwór, co wykonuje się za pomocą klawiatury numerycznej lub używając przycisków „+” i „-”, oraz wprowadzenia węża załadowczego z umieszczonym na jego końcu zapalnikiem do otworu strzałowego i naciśnięciu przycisku start/stop na pilocie zdalnego sterowania. Po załadowaniu odpowiedniej ilości emulsji do otworu pompa ładująca samoczynnie wyłączy się.



Rys. 3. Schemat ideowy urządzenia

Matryca emulsji dostarczana jest z wytwórni na dół kopalni w kontenerach, a składniki dodatkowe w odpowiednich pojemnikach.

Materiał wybuchowy skalny, emulsyjny Emulgit RP-T 1 luzem, wytworzony przez urządzenie mieszalniczo-załadowcze na wozie SWS-E, charakteryzuje się:

- znikomą wrażliwością na bodźce mechaniczne i termiczne, przy zachowaniu czułości na środki inicjujące;
- całkowitą wodoodpornością;
- znikomą zawartością części toksycznych w gazach postrzałowych;
- czułością na standardowe zapalniki i lonty detonacyjne bez konieczności stosowania dodatkowych ładunków udarowych;
- wysoką koncentracją energii;
- wysokim bezpieczeństwem podczas produkcji, transportu i ładowania;
- całkowitym wyeliminowaniem substancji wywołujących ból głowy u personelu strzałowego;
- średnicą krytyczną (przy użyciu zapalnika) wynoszącą 30 mm przy średnicy wewnętrznej węża 19 mm.

Bardzo istotną zaletą RP-T 1, mającą kolosalny wpływ na bezpieczeństwo robót strzałowych, jest utrata własności wybuchowych przez ten MW po 48 godzinach od załadowania lub po kilku sekundach od zdetonowania MW w sąsiednich otworach strzałowych. Praktycznie eliminuje to powstawanie otworów zawieszonych i niewypałów!

5. Wykonywanie robót strzałowych z zastosowaniem RP-T 1 w okresie luty–czerwiec 2004 roku w O/ZG Rudna

W lutym 2004 roku w kopalni Rudna rozpoczęto i realizuje się nadal drugi etap wdrażania mechanicznego załadunku MW emulsyjnych luzem.

Roboty strzałowe z zastosowaniem samojezdnego wozu strzałowego typu SWS-E wykonywane były systematycznie w oddziałach G-1, G-3, G-4 i G-7 rejonu Rudna Główna.

Jako MW użyto materiału emulsyjnego luzem o symbolu RP-T 1, a w późniejszym okresie wypróbowano również odmianę RP-T 2.

Roboty realizowane są w oparciu o następujące założenia organizacyjne:

1. W wydzielonej części podziemnego stałego składu MW w rejonie Rudnej Główniej zlokalizowano stałe miejsce postoju wozu SWS-E oraz miejsce przechowywania i przeładunku komponentów służących do produkcji MWE. Komponenty te są na bieżąco uzupełniane i dostarczane do składu MW, najczęściej wraz z dostawami materiału wybuchowego.
2. Brygadę strzałową stanowi 2 pracowników. Jeden jest pracownikiem Blastexpolu i do jego zadań należy „zatankowanie” zbiornika umieszczonego na SWS-ie matrycą emulsji. Pojemność zbiornika wynosi około 600 l i praktycznie trzeba go napełniać lub uzupełniać na każdej zmianie roboczej.

Przelewanie matrycy z pojemnika do zbiornika na SWS-ie odbywa się grawitacyjnie, przy użyciu wózka widłowego.

Przewiduje się zamontowanie wciągarki łańcuchowej przeznaczonej do podnoszenia zbiornika w miejsce wózka widłowego.

Pracownik Blastexpolu odpowiedzialny jest za sprawność modułu RP-T. W trakcie pracy na zmianie obserwuje prawidłowość parametrów tłoczonej emulsji, kontroluje stopień jej nagazowania i dokonuje, w razie potrzeby, odpowiednich korekt.

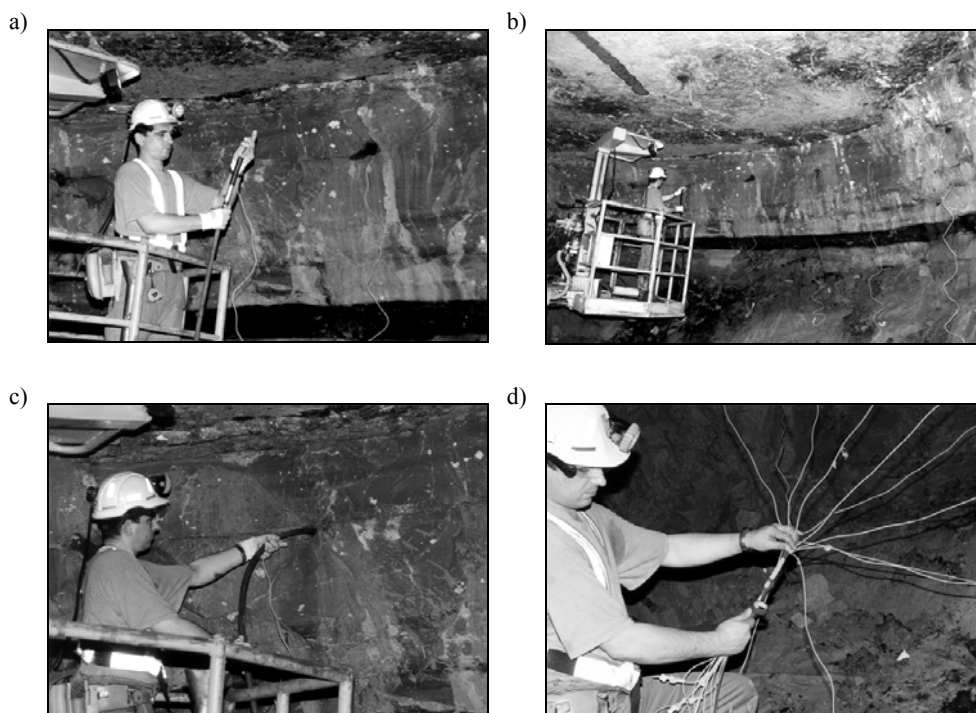
Drugi z pracowników brygady jest górnikiem strzałowym oddziału, w którym wykonywane będą roboty strzałowe na danej zmianie. Jest on jednocześnie operatorem wozu SWS-E posiadającym odpowiednie uprawnienia.

3. Wszystkie czynności, jakie należy wykonać w związku z ładowaniem otworów strzałowych MWE luzem, są szczegółowo opisane w instrukcji stanowiskowej opracowanej w Dziale Techniki Strzałowej i zatwierdzonej do stosowania przez Kierownika Ruchu Zakładu Górniczego.

Do najistotniejszych operacji wykonywanych przez brygadę w przodku należą:

- ocena stanu stropu, ociosów, czoła przodka i obudowy pod kątem zagrożenia opadnięciem luźnych skał, w razie potrzeby dokonanie obrywki;
- sprawdzenie nabijakiem drożności otworów strzałowych, usunięcie nieczystości;
- włożenie do węża załadowczego ładunku udarowego, tj. zapalnika o odpowiednim opóźnieniu lub zapalnika z odpowiednim detonatorem lub stabilizatorem (rys. 4a);
- wsunięcie węża do dna otworu (rys. 4b i 4c);

- naciśnięcie przycisku start/stop na pilocie zdalnego sterowania — emulsja przepływa węzłem do otworu, wąż wycofuje się z otworu równomiernie, bez przerywania ładowania;
- po załadowaniu odpowiedniej ilości emulsji do otworu pompa ładująca samoczynnie wyłączy się; ładowanie jednego otworu trwa około 3÷5 sekund;
- ładowanie następnych otworów;
- łączenie systemu nieelektrycznego (rys. 4d).



Rys. 4. Kolejne etapy przygotowania odstrzału

Uwaga!

- Naciskając przycisk „+” lub „-” na pulpicie umieszczonym na podeście roboczym wozu zwiększa się lub zmniejsza ilość ładowanego materiału o 0,5 kg.
- Każdy pracownik Blastexpolu oprócz uprawnień do obsługi modułu RP-T posiada również uprawnienia operatora i górnika strzałowego. Pozwala to na włączenie się tego pracownika do wszystkich czynności wykonywanych przez brygadę.

W sposób opisany powyżej w okresie od 17.02. do 30.06.2004 roku wykonano roboty strzałowe w 1121 przodkach, zużywając średnio 87 kg MWE luzem typu RPT-1 i RPT-2 na przodek. Jest to ilość nie odbiegająca od przeciętnej dla innych typów MW.

Ładowanie przodków MWE odbywa się zasadniczo na zmianach II i IV, według systemu WSP w rejonie Rudna Główna przede wszystkim w oddziałach G-7 i G-4, ponadto w piątki i soboty ładowane są przodki na zmianach I lub III w oddziale G-13.

Zwiększenie wykorzystania SWS z modułem RPT uzależnione jest od możliwości wcześniejszego odwiercenia odpowiedniej liczby przodków.

W ramach testowania możliwości zastosowania MWE wykonano strzelania w przodkach usytuowanych w bardziej zwiezłych skałach, również z zastosowaniem MW emulsyjnego o symbolu RPT-2:

- w przodkach T-269 i H-21 wykonywanych przez PeBeKa Lubin w rejonie RP i RZ;
- w oddziale G-23;
- w polu G-13/4 — w skałach zawierających spoiwo anhydrytowe.

Efekty strzelania w ww. przodkach potwierdziły możliwość stosowania MWE luzem również w robotach przygotowawczych i udostępniających.

Przeprowadzono także próbę strzelania z zastosowaniem otworów o średnicy innej niż powszechnie stosowana, tj. 45 mm zamiast 51 mm. Nie stwierdzono gorszej efektywności przy takim sposobie strzelania.

Wprowadzona metoda ładowania mechanicznego przodków cechuje się następującymi zaletami odróżniającymi ją od ładowania ręcznego:

- wyeliminowanie transportu materiałów wybuchowych na trasie: wytwórnia — kopalnia — skład MW — przodek, i związanych z tym rygorów dzięki transportowi matrycy MWE i jej komponentów nie będących środkami strzałowymi;
- skrócenie czasu ładowania przodków o 30÷50% (!) w porównaniu do ładowania ręcznego;
- stosowanie MW o bardzo dużym stopniu bezpieczeństwa z uwagi na:
 - uzyskiwanie właściwości wybuchowych po ~ 30 min. od załadowania do otworu,
 - utratę właściwości wybuchowych MWE po ~ 48 godz., a w otworach bezpośrednio sąsiadujących z odpalaniem natychmiast po odpaleniu, co praktycznie eliminuje powstawanie niewypałów;
- możliwość zastosowania MWE w robotach strzałowych, również w otworach całkowicie zawodnionych, długich otworach odprężających, w skałach zwiezłych itp.;
- zwiększenie objętości MW po jego załadowaniu, co powoduje całkowite wypełnienie załadowywanej części otworu strzałowego;
- możliwość stosowania mniejszych koronek, tzn. oszczędności w robotach wiertniczych nawet do 30%;
- uproszczona dystrybucja oraz ewidencja MWE podczas pobierania, używania i pozostawiania depozytów niezużytej części MWE;
- brak bezpośredniego kontaktu pracowników z materiałem wybuchowym;
- racjonalizacja zatrudnienia w grupie osób narażonych na największe zagrożenie ze strony górotworu;

- zwiększenie odległości pracującego górnika od płaszczyzny czoła przodka, tj. miejsca najbardziej zagrożonego przypadkowym odpadnięciem odłamków skalnych;
- całkowite wyeliminowanie tradycyjnych opakowań tekturowych, ich zwrotów, niszczenia itd.;
- produkcja MW ograniczona jest do aktualnie potrzebnej ilości.

Ponadto mechaniczny załadunek MWE luzem daje następujące **korzyści ekonomiczne i organizacyjne**:

- cena MWE luzem wraz z usługą załadowania jest o 10÷15% niższa od MW nabożowego, po odliczeniu zawartej w jego cenie wartości transportu i załadowania; MWE jest po ANFO drugim pod względem efektywności ekonomicznej materiałem wybuchowym;
- efektywność strzelania MWE luzem mierzona uzyskiwanym zabiozem i granulacją urobku jest zdecydowanie lepsza od osiągniętych dotychczas;
- 2–3 osobowa obsługa SWS-E jest w stanie załadować nawet 8–10 przodków w trakcie zmiany, bez dodatkowego wysiłku czy wydłużenia czasu pracy;
- bezpieczeństwo robót wykonywanych z zastosowaniem RPT jest zdecydowanie większe z uwagi na uzyskiwanie własności wybuchowych przez matrycę po załadowaniu do otworów i utraceniu ich w otworach, które z różnych przyczyn nie odpaliły (niewypały).

Pod względem parametrów fizykochemicznych, termodynamicznych i strzałowych, szybkości ładowania, bezpieczeństwu, wodoodporności, uniwersalności, braku konieczności magazynowania (brak składu MW ze stałą obsługą) MWE luzem typu RPT jest na dzień dzisiejszy najbardziej efektywnym ekonomicznie MW.

6. Podsumowanie

Rozwój techniki we wszystkich dziedzinach życia, w tym także w robotach strzałowych, ma na celu racjonalizację wysiłku człowieka. Zmniejszenie uciążliwości wykonywanej pracy, nakładów na coraz droższą siłę roboczą, wzrost wydajności jest jednym z kierunków zmian w technice strzałowej. Przy stosowaniu nowoczesnych systemów wykonywania robót strzałowych uzyskuje się w ramach zakładu górniczego znaczne oszczędności.

Jednym z najistotniejszych, o ile nie najważniejszym czynnikiem rozwoju jest wzrost bezpieczeństwa wykonywanych robót strzałowych. W czasie transportu, jak i całego procesu ładowania, surowce i półprodukty nie są materiałami wybuchowymi i nie są toksyczne. Materiał wybuchowy powstaje dopiero w otworze strzałowym w ciągu kilkunastu minut od momentu jego załadowania, po 48 godzinach przebywania w otworze strzałowym traci swoje zdolności wybuchowe, przez co zanika niebezpieczeństwo związane z nawierceniem ewentualnego niewypału. Na znaczną poprawę bezpieczeństwa ma wpływ zmniejszenie liczby górników zatrudnionych przy robotach strzałowych oraz znaczne skrócenie czasu przebywania ich w przodku, a także odsunięcie ich od czoła przodka — miejsca najbardziej zagrożonego przypadkowym odpadnięciem odłamków skalnych.

Biorąc pod uwagę powyższe, można z całą stanowczością stwierdzić, że nie ma alternatywy dla wdrażania mechanicznego załadunku materiałów wybuchowych w podziemnych zakładach górniczych KGHM.

W świetle doświadczeń uzyskanych w trakcie stosowania RPT w O/ZG Rudna oraz biorąc pod uwagę ww. własności fizykochemiczne i strzałowe, a także uzyskane efekty ekonomiczne, jednym logicznym kierunkiem dalszego rozwoju robót strzałowych jest sukcesywne ich zmechanizowanie w pozostałych kopalniach KGHM Polska Miedź SA. Kierunek ten w pełni pokrywa się z najnowszymi tendencjami w Europie i na świecie (Codelco Chile, Phelps Dodge Corporation — USA, BHP Billiton Group — Australia, Rio Tinto Group — Wielka Brytania, Grupo Mexico SA de CV — Meksyk, Anglo American Plc. — RPA, Freeport-McMoRan Copper & Gold Inc. — USA, i Norilsk Nickel Group — Rosja), stawiając KGHM Polską Miedź SA już dziś w gronie wiodących w tej dziedzinie przedsiębiorstw górniczych.

LITERATURA

- [1] Szpaczyński L., Dąbski J., Lehmann J.: Próby stosowania materiałów wybuchowych emulsyjnych w ZG Rudna i ocena ich przydatności. *Technika strzelnicza w górnictwie*. Jaszowiec 1996, 173–182
- [2] Szpaczyński L., Maćkowiak Z.: Mechanizacja robót strzałowych w Oddziale Zakładów Górniczych Rudna z zastosowaniem materiałów sypkich (saletroli). *Materiały konferencji nt. Bezpieczeństwo robót strzałowych w górnictwie. Prace naukowe Głównego Instytutu Górnictwa nr 28*, Katowice 1999, 39–49
- [3] Gołąbek B., Kasperski J.: Mechanizacja robót strzałowych w górniczych zakładach odkrywkowych — stan obecny oraz perspektywy rozwoju. *Technika strzelnicza w górnictwie. ART-TEKST*, Jaszowiec 2001, 335–348
- [4] Bartkowski J., Gołąbek B., Kasperski J.: Mechanizacja robót strzałowych w zakładach górniczych KGHM Polska Miedź SA z zastosowaniem materiałów wybuchowych emulsyjnych luzem. *Jaszowiec 2004*, 69–76

Zatwierdzono do druku: 17.09.2004 r.