

Wacław TUREK
Crinum Mine, Australia

TECHNOLOGIA DRAŻENIA WYROBISK KORYTARZOWYCH W AUSTRALIJSKIEJ KOPALNI WĘGLA KAMIENNEGO „CRINUM”

Streszczenie. W kopalniach australijskich chodniki przyścianowe są drażone w układzie wyrobisk podwójnych. W artykule na przykładzie kopalni „CRINUM” przedstawiono wykonaną rozcinkę jednego pokładu, technologię drażenia chodników i technologię wykonania obudowy. Stosowane urządzenia oraz organizacja pracy pozwalają uzyskać wysokie postępy przodku, które na zmianę dochodzą do 44 m.

DRIVING TECHNOLOGY OF NARROW WORKINGS IN AUSTRALIAN COAL MINE “CRINUM”

Summary. In Australian coal mines the entries are driven in double – working system. In this paper the technology of seam development, technology of roadway drivage and the technology of road support have been described. The applied equipment and work organization enable the achievement of high face advanced – up to 44m/shift.

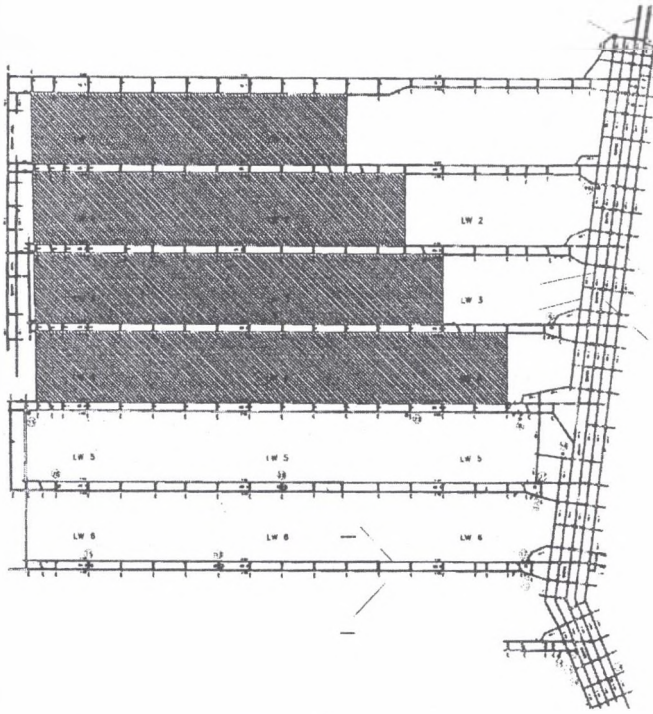
1. Wstęp

Podziemna kopalnia węgla kamiennego „Crinum” położona jest 45 km na północny wschód od miasta Emerald w stanie Queensland. Kopalnia „Crinum” należy do kompanii The Broken Hill Proprietary Company Limited (BHP), która zarządza 17 odkrywkowymi i podziemnymi kopalniami węgla w Australii, a także posiada kopalnie w Indonezji. BHP zajmuje się również eksploatacją innych minerałów i surowców praktycznie na całym świecie (Brazylia, Chile, Ameryka, Europa). Firma ta posiada huty, a także statki do przewożenia surowców (węgla, rudy itd.).

Kopalnia „Crinum” jest przykładem typowej podziemnej kopani węgla kamiennego w Australii. Pokład o nazwie *Lilyvale* udostępniony jest z powierzchni za pomocą dwóch upadowych: jednej transportowej (do transportu załogi i materiałów) o upadzie 1:10 (długości 940 m), a drugiej odstawczej o upadzie 1:8 (długości 750 m), w której zainstalowany jest przenośnik taśmowy. Obie upadowe stanowią wloty świeżego powietrza do kopalni. Upadowe i szyb wentylacyjny są jedynymi wyrobiskami w kopalni wykonanymi w kamieniu, pozostałe wyrobiska wykonane są w węglu. Szyb wydechowy o głębokości 85 m i średnicy 6 m ulokowano w niedużej odległości od upadowych. Szyb nie jest wyposażony w żadne urządzenia pomocnicze. Głębokość poziomu wydobywczego kopalni waha się od 80 m do 120 m. Grubość pokładu *Lilyvale* wynosi od 2,9 do 4,2 m, upad od 7° do 0° . Pokład jest zawodniony i dopływ wody podczas eksploatacji ściany nr 1 wynosił 34 l/s.

Rozcinkę od upadowych stanowią główne przekopy (wykonane w węglu) oznaczone literami ABCD i E. Przekopy AB i C są drogami dla świeżego powietrza, a przekopy D i E drogami zużytego powietrza. W przekopie C zainstalowane są przenośniki głównej odstawy urobku. Przekopy ABCDE są szerokości 4,8 m i wysokości 3,6 m. Przekopy A i B stanowią również drogi transportowe do transportu ludzi i materiałów. Przekopy połączone są przecinkami co 80 m, a wzajemna odległość przekopów od siebie wynosi 40 m (rys.1).

Od przekopów odchodzą chodniki podścianowe i nadścianowe (podwójne – po dwa dla każdej ściany) oznaczone literami A i B. Wzajemna odległość chodników (tych podwójnych) od siebie wynosi 35 m. Połączone są one przecinkami co 130 m. Długość chodników pod- i nadścianowych dochodzi do 2 km (dla ścian nr 1 do 6, a ponad 2 km dla ścian powyżej nr 6). Chodniki przygotowują rozcinkę dla ścian o długości 270 m.



Rys. 1. Schemat układu wyrobisk w typowej kopalni węgla kamiennego w Australii:

1 - upadowa dla transportu ludzi, 2 - upadowa dla transportu węgla z przenośnikiem taśmowym,
3 - szyb wentylacyjny, A, B, C - przekopy świeżego powietrza, D, E - przekopy zużytego
powietrza A - chodnik przyścianowy, B - chodnik przyścianowy taśmowy

Fig. 1. System of workings in a typical Australian coal mine.

1 - incline for men haulage, 2 - belt incline (for coal haulage), 3 - ventilation shaft,
A, B, C, - fresh air crosscut, D, E, - return air crosscuts, A - entry, B - belt entry

2. Drążenie wyrobisk korytarzowych

W Australii do każdej ściany drążone są minimum po dwa chodniki nad- i podścianowe (w USA przepisy wymagają drążenia trzech chodników) z uwagi na zagrożenie pożarowe i ogólne przepisy bezpieczeństwa, a także z powodu drążenia chodników w obudowach kotwionych, co utrudnia ich utrzymanie za linią zawалу. Jeden z chodników wykorzystywany jest jako droga odstawy urobku, i w nim zabudowany jest przenośnik taśmowy, a drugi chodnik stanowi drogę dojścia – dojazdu załogi do miejsca pracy i drogę dostawy materiałów potrzebnych do drążenia obu chodników. Obydwa chodniki stanowią drogi ucieczkowe w zależności od miejsca powstania zagrożenia.

2.1. Stosowane maszyny i urządzenia

Do drażenia wyrobisk wykorzystuje się następujące maszyny i urządzenia:

- kombajn chodnikowy Continuous Miner Joy SCM12 (Veast Alpine; na innych kopalniach kombajny są podobnej konstrukcji, z tym że Voest Alpine ma wysuwaną głowicę urabiającą, co umożliwia jednocześnie urabianie ściany węglowej – przodku i kotwienie stropu czy ociosów),
- samowładowczy samochód – pojazd Shuttle Car o napędzie elektrycznym do odstawy urobku z przodku na przenośnik taśmowy,
- ładowarki łyżkowe EIMCO do prac pomocniczych,
- pojazdy wieloczynnościowe MPV do transportu materiałów z powierzchni do przodku, do zawieszania rurociągów: sprężonego powietrza, wodnego i odwadniania itp,
- wentylator pomocniczy promieniowy na podwoziu gaśnicowym,
- samojezdna stacja zwrotna przenośnika taśmowego wraz ze skrzynią zasilającą (wyłącznik elektryczny).

Kombajn Joy 12 SCM30 wyposażony jest w bębny urabiające na całej szerokości wyrobiska. Szerokość urabiania wynosi od 4,6 do 5,2 m, maksymalna wysokość urabiania 4,8 m. Ze względów bezpieczeństwa sterowanie kombajnem odbywa się zdalnie za pomocą fal radiowych. Kombajn posiada ładowarkę i przenośnik odstawczy. Na kombajnie zainstalowane są kotwiarki Hydromatic (po dwie z każdej strony) do kotwienia stropu i kotwiarki (po jednej z każdej strony) do kotwienia ociosów. Kotwiarki sterowane są hydraulicznie i pracują częściowo automatycznie.

2.2. Przebieg drażenia

Urabianie rozpoczyna się od przodku A. Po odsłonięciu stropu na odległość około 1,5 m zakłada się siatkę stalową, którą kotwi się do stropu 6 kotwiami (kotwiarki mają ograniczony zasięg i przechyl w stronę przodku). Następnie wycina się dalszy zabiór, tak aby kotwiarki znalazły się pod nie zakotwionym końcem siatki, gdzie zakłada się dwie kotwie – po jednej z każdego końca. Przy następnym cyklu urabiania zakłada się kolejną siatkę na zakładkę z poprzednią i kotwi się brakujące 4 kotwie.

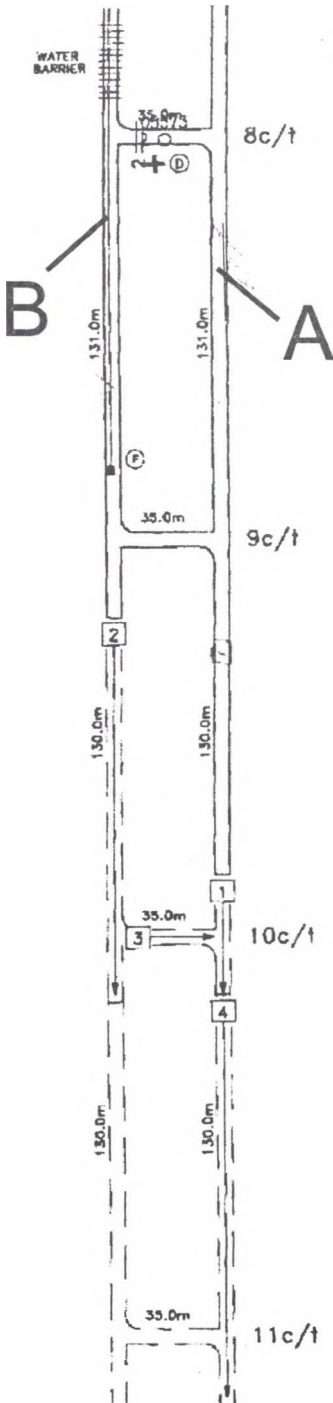
W czasie kowienia stropu kotwi się ociosy z obu stron kombajnu zakładając kotwie stalowe od strony ociosów nie przewidywanych do urabiania i kotwie urabialne od strony ociosu, po której będzie prowadzona przyszła ściana. Rozstaw rzędów kotwi dochodzi do

1 m. W przypadku słabych stropów zakłada się dwie kotwie pośrednie, tak że odległość rzędów wynosi 0,5 m. A w przypadku pojawienia się pęknięć stropu na linii strop – ocios tuż przy ociosie zakłada się kotwie wraz z podkładkami Buterrfly.

Po wydrążeniu przodku A na odpowiednią odległość od przekopów wycofuje się kombajn do miejsca rozpoczęcia chodnika B. Odległość osi chodnika A od osi chodnika B wynosi 35,0 m.

Następnie drąży się chodnik B na wymaganą odległość. (W początkowej fazie odległości te od przekopów są różne, gdyż pomiędzy chodnikami A i B wykonuje się kilka przecinek technologicznych dla zainstalowania w nich transformatorów i innych urządzeń związanych z zabudową przenośnika taśmowego w chodniku B). Standardowo chodniki A i B łączą się przecinkami oddalonymi od siebie o około 130 m. Cykl się powtarza. Drąży się chodnik A na odległość około 140 m, wycofuje się kombajn do chodnika B, gdzie następuje drążenie na kolejną odległość 140 m, wycofanie kombajnu o około 30 m i drążenie przecinki łączącej z B do A. Kombajn pozostawia się w przodku A na czas przedłużania przenośnika taśmowego zainstalowanego w chodniku B. Podczas przedłużania przenośnika następuje także przedłużanie kabli elektrycznych. Stacja zwrotna przenośnika taśmowego oddalona jest od przodku B max na odległość około 170 m, minimalna odległość wynosi około 40 m.

Podczas drążenia chodnika B załoga przodku zakłada rurociągi w chodniku A i wykonuje inne prace pomocnicze. Wentylator pomocniczy ssący zabudowany jest w chodniku B tuż przy stacji zwrotnej przenośnika taśmowego. Stosowane są lutnie sztywne plastikowe o długości 2,0 m. Lutniociąg przedłuża się na bieżąco, a ostatni odcinek lutni przodkowej to lutnia elastyczna łącząca lutniociąg z lutnią zabudowaną na kombajnie chodnikowym.



Załogę przodku stanowi 5- osobowa grupa górników – dwóch górników z każdej strony kombajnu pracujących z platform kombajnu (cały czas przebywają oni na kombajnie) i jeden górnik obsługujący samochód odstawczy o napędzie elektrycznym zwany Shuttle Car.

Shuttle Car jest o pojemności od 11,2 do 15,8 m³ w zależności od wysokości zabudowanych burt. Samochód jest samowytładowczy, co uzyskano poprzez przenośnik zgrzeblowy zabudowany na dnie skrzyni samochodu.

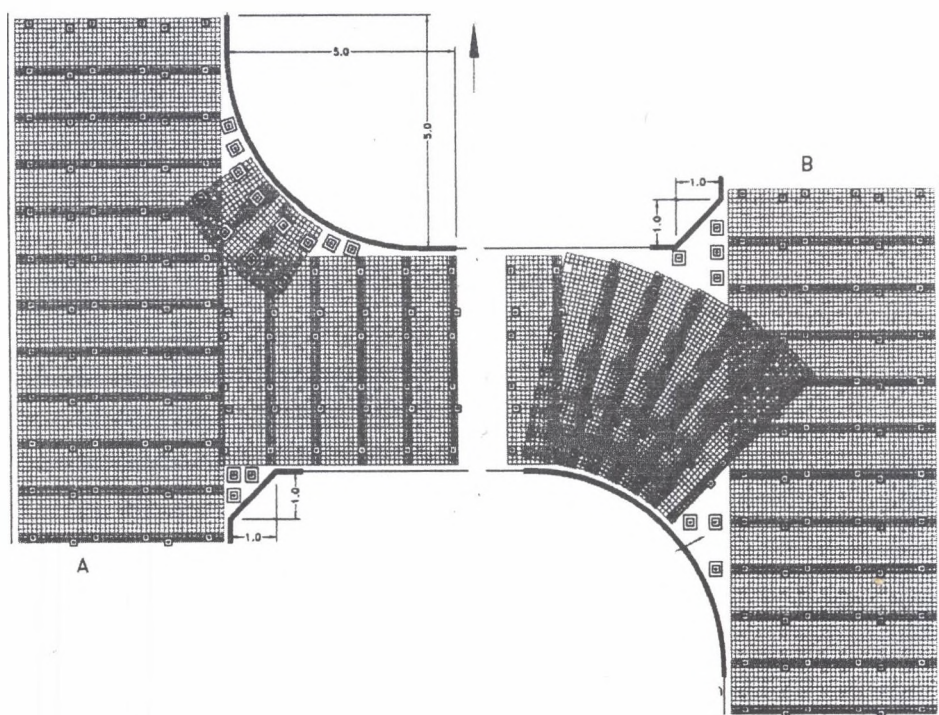
Węgiel z przodku odstawiany jest samochodem na przenośnik, którego stacja zwrotna (samojezdna na gąsienicach) oddalona jest od przodku B od 30 do 150 metrów, a od przodku A o około 220 m (rys.2).

Rys. 2. Schemat układu chodników przyścianowych:
 A – chodnik przyścianowy, B – chodnik przyścianowy taśmowy,
 1, 2, 3, 4 – kolejne sekwencje drażenia poszczególnych odcinków chodnika A i B

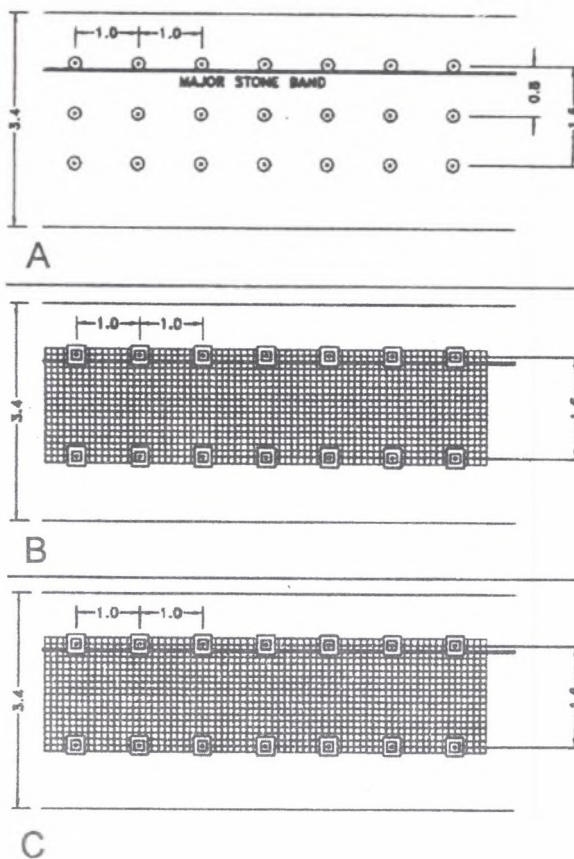
Fig. 2. System of entries:
 A – entry, B – belt entry, 1, 2, 3, 4, – driving sequence of particular sections of the entries A and B

2.3. Obudowa wyrobisk

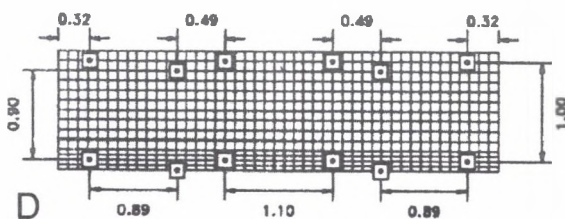
Obudowę wyrobisk chodnikowych stanowią – w stropie kotwie stalowe o długości 2,1 m wraz z podkładkami stalowymi 150 x 150 mm (czasami dla wzmocnienia stosuje się podkładki 280 x 300 mm zwane butterfly plates – z uwagi na ich kształt). W rzędzie jest zabudowanych 6 kotwi, odległość rzędów wynosi 1,0 m. Siatka stalowa długości 4,5 m, szerokości 1,2 m zapobiega opadaniu luźnych zwietrzałych skał stropowych. W ociosie są zabudowane kotwie po dwie lub trzy w rzędzie długości 1,2 m – stalowe (urabialne z tworzywa sztucznego – dla ociosów przyszłych ścian – są one łatwo ścinane przez kombajn ścianowy). Dodatkowo przy słabym ociosie używa się plastikowej siatki o nazwie Tensar lub siatki stalowej o dużych oczkach i wymiarach 1,4 x 1,8 m w celu zapobiegnięcia opadaniu luźnego ociosu. Są przypadki, gdy strop wymaga wzmocnienia i do tego celu stosuje się kotwie linowe długości 8,0 m. Kotwie są wklejane za pomocą szybkowiązujących żywic i po nadaniu im naciągu włączany jest do nich cement. Stosowane kotwie prętowe są o nośności do 300 kN, kotwie linowe o długości do 8,0 m mają nośność do 630 kN (rys.3, 4).



Rys. 3. Schemat obudowy z rozmieszczeniem kotwi w wyrobiskach i na skrzyżowaniach
Fig. 3. Support system of anchor arrangement in workings and crossings



Rozstaw kotwi stropowych



Rys. 4. Schemat rozmieszczenia kotwi na ociosie i stropie wyrobiska:
 A – ocios z kotwiami urabialnymi, B – ocios chodnika A z kotwiami stalowymi, C – ocios chodnika B z kotwiami stalowymi, D – rozstaw kotwi stropowych z siatką stalową o długości 4,5 m

Fig. 4. Arrangement of anchors in the wall and roof of the working:
 A – wall with “getting – type” anchor bolts, B – wall of entry A with steel anchors, C – wall of entry B with steel anchors, D – spacing of the roof anchors (with steel mash – length 4,5 m)

3. Utrzymanie chodników przyścianowych

W Australii preferowany jest system eksploatacji ścian „od granic” (jak mi wiadomo, jeszcze nie zastosowano w Australii wybierania ścian „do granic” prawdopodobnie z uwagi na stosowanie obudowy kotwiowej, co utrudnia utrzymanie chodników podścianowych – odstawczych), w związku z czym chodnik nadścianowy za frontem ściany nie jest utrzymywany i zawał stropu w chodniku nadścianowym następuje samoczynnie na linii zawału ściany lub tuż za nim. Jak opisano wcześniej, każda ściana ma po dwa chodniki nad- i podścianowe – A i B, z których chodnik podścianowy B, w którym zabudowane są przenośniki odstawcze, jest likwidowany wraz z postępem ściany – następuje jego samoczynny zawał, a chodnik A jest utrzymywany jako nadścianowy dla następnej ściany. W związku z tym obudowa chodnika A wzmocniana jest poprzez:

- zabudowę kasztów drewnianych wzdłuż linii chodnika (w odległości 1,8 m od ociosu ściany),
- zabudowę „The Can Roof Supports”, czyli rur - puszek stalowych wypełnionych betonem (amerykański patent), których transport z powierzchni do miejsc zabudowy jest szybki, a ich zabudowa jest prosta. Transport betonowych podpór – słupów odbywa się na specjalnych platformach, a ich ustawianie w chodniku za pomocą ładowarki Eimico wyposażonej w specjalny uchwyt widłowy (nożycowy).

4. Uzyskiwane wyniki w drążeniu chodników

W zakresie drążenia chodników kopalni Crinum uzyskuje się postępy, które wynoszą:

- 44 m postępu chodnika na zmianę,
- 102 m postępu chodnika w ciągu doby,
- 292 m postępu chodnika w ciągu tygodnia,
- 960 m postępu chodnika w ciągu miesiąca.

Kopalnia rekordowe wyniki osiąga również w wydobywaniu z jednej ściany zmechanizowanej, które wynoszą:

- 25 175 ton w ciągu jednej zmiany,
- 50 166 ton w ciągu doby,
- 180 590 ton w ciągu tygodnia,
- 510 00 ton w ciągu miesiąca.

5. Wnioski końcowe

1. W warunkach kopalń australijskich wyrobiska korytarzowe przyścianowe są drażone chodnikami podwójnymi za pomocą wysoko wydajnych kombajnów przodkowych typu Continuous Miner zintegrowanych z urządzeniami kotwiącymi.
2. Podstawową obudową jest obudowa kotwiowa przy zachowaniu prostokątnych wymiarów wyrobisk o przekroju min. 4,8x3 m.
3. Wraz z wybieraniem ściany jeden z chodników przyścianowych jest likwidowany, a drugi dodatkowo wzmacniany podporami drewnianymi lub betonowymi.

Recenzent: prof. dr hab. inż., dr h. c. Bernard Drzęźła

Abstract

In Australian coal mines for the longwall mining the entries are driven in double – working system. The entries of a section 4,8x3,6m are driven by heading macine type Continuous Miner with roof bolt setter end coal transport in hopper cars type Shuttle – Car. By 5 man face team the driving technology is based on sequent driving of entries which are joined by technological passages every 130m. The working's supports consists of roof bolting made of rods (length – 2,1m, load – bearing capacity about 300kN). In more deficult conditions the support is reinforced by rope bolts (length – 8m, , load – bearing capacity about 630kN).The rope bolts are installed with pre – tension. The driving technology and work organization enable the achievement of face advance of 44m/day. Along with the work progress one of the entries is drawn off ond the other entry is reinforced by additional abutments like wooden chocks or concrete pillars.