ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1967
Seria: GÓRNICTWO z. 27 Nr kol. 193

Doc. dr inż. JAN WOLSKI
BPPW - Gliwice

WPŁYW WZROSTU KONCENTRACJI WYDOBYCIA NA PROJEKTOWANIE DOŁU KOPALNI WĘGLA KAMIENNEGO

Streszczenie. Przedstawiono obecne tendencje występujące w projektowaniu dołu kopalni związane z wzrostem koncentracji wydobycia na bazie daleko idącej mechanizacji i automatyzacji procesów produkcyjnych.

1. Wstęp

Stały wzrost wielkości wydobycia przypadającego na jeden przodek eksploatacyjny, oddział, punkt załadowczy, poziom i wreszcie całą kopalnię, przy równoczesnym dążeniu do uzyskania maksymalnej wydajności pracy i minimalnego kosztu własnego powoduje, że przeobrażeniom ulega szereg elementów dołu kopalni. Poniżej zostaną omówione niektóre najnowsze tendencje w projektowaniu dołu kopalń, które są odbiciem obecnego szybkiego postępu technicznego w światowym przemyśle węglowym.

Wraz z wprowadzeniem nowoczesnej mechanizacji oraz ze wzrostem koncentracji wydobycia zmieniają się znacznie sposoby eksploatacji i rozcięcia złoża. Problem ten stwarza szczególnie trudne zadania przy projektowaniu nowych kopalń czy rekonstrukcji kopalń czynnych. Projektowanie musi wyprzedzać wykonawstwo, a sama budowa czy rekonstrukcja trwa zwykle 10-15 lat. Tak więc przy obecnych gwałtownych przeobrażeniach w technologii procesów produkcyjnych projektowane udostępnienie i wyposażenie dołu kopalni może okazać się po zrealizowaniu przestarzałe. W związku z tym, przy projektowaniu należy śmiało wprowadzać nowoczesne rozwiązania, konfrontując ich realność z najbardziej postępowymi rozwiązaniami zastosowanymi w górnictwie światowym.

2. Znaczenie nowoczesnej mechanizacji frontu eksploatacyjnego w podnoszeniu koncentracji wydobycia.

W projektowaniu modelu kopalni zasadnicze znaczenie ma wielkość wydobycia z jednego przodka eksploatacyjnego. Z kolei na wielkość wydobycia z jednego przodka decydujący wpływ wywiera rodzaj mechanizacji. Za najbardziej racjonalny uważa się obecnie w Europie ścianowy system eksploatacji. Uzyskiwane rekordowe osiągnięcia wskazują, że przy odpowiednim wyposażeniu i dobrej organizacji pracy można z jednej ściany uzyskać wydobycie powyżej 2500 t/dobę, a wydajność przodkową 30 t/rdn. Istnieją więc perspektywy, że całe wydobycie kopalni uzyska się z 4-6 ścian przy wydajności pracy dołowej 6-10 t/rdn.

Dla uzyskania dużego wydobycia z jednej ściany oraz wysokiej wydajności pracy przewiduje się w projektach wstępnych budowy i rekonstrukcji kopalń następujące środki techniczne:

- kombajny węglowe bębnowe lub strugi o mocy napędów powyżej 150 kW, a nawet 200 kW,
- agregaty do wykonania wnęk ścianowych,
- przenośniki ścianowe o wysokiej wydajności,
- obudowę kroczącą,
- agregaty do wykonania przybierek w chodnikach przyścianowych, w przypadku eksploatacji do pola i wykonywania chodników poza frontem ściany,
- kruszarko-podsadzarki lub zgarniarki do lokowania kamienia z chodników w ścianie (przy eksploatacji do pola),
- ładowarki na gąsienicach z bocznym wysypem lub oponowe - zasięrzutne lub ew. inne wyposażenie dla uzyskania dużych postępów przy prowadzeniu samodzielnych chodników,
- stosowanie tam przenośnych związanych z obudową kroczącą dla podsadzki hydraulicznej, pneumatycznej i in.

Dalszym etapem będzie pełna automatyzacja prowadzenia ściany.

Stosując powyższe środki można będzie zwiększyć przeciętne wydobycie z jednej ściany do co najmniej 1000 t/dobę, ograniczyć liczbę ścian i punktów załadowczych w kopalni do kilku,

wreszcie ograniczyć do jednego, ilość równocześnie czynnych poziomów.

W dalszym ciągu artykułu przedstawiony zostanie wpływ koncentracji wydobycia na projektowanie kolejno pola eksploatacyjnego, głównego transportu oraz sposobu udostępnienia dołu.

3. Projektowanie pola eksploatacyjnego

Pod pojęciem pola eksploatacyjnego należy rozumieć w warunkach nowoczesnej kopalni część obszaru górniczego udostępnioną przekopem polowym w zasadzie tylko z jednym czynnym punktem odbioru wydobycia przez transport główny. Wymiary pola i sposób rozcięcia pokładów w jego obrębie zależą od warunków naturalnych przyjętego modelu kopalni oraz od stosowanych systemów wybierania.

Wraz z wzrostem wydobycia z jednego przodka wybierkowego przypadającego na punkt załadowczy, rosną także wymiary pola. Głównymi przyczynami tego wzrostu są:

- wymagania stawiane przez nowoczesny transport główny: mała liczba punktów załadowczych przy pełnej ich mechanizacji,
- względy ekonomiczne - bardzo kosztowne zmechanizowane punkty załadowcze wyposażone w zbiorniki wyrównawcze nakazują ograniczenie ich ilości do minimum,
- zwiększenie się optymalnego wybiegu ścian o dużym postępie.

Nowoczesny transport główny odbywa się przy pomocy większych wozów i ciężkich lokomotyw lub wysokowydajnych szerokich taśmociągów, wymagających bardzo dobrego utrzymania wyrobisk przewozowych oraz małej liczby punktów załadowczych. Wszystko to powoduje, że liczba projektowanych punktów załadowczych kopalni stale maleje, a obszar przypadający na 1 punkt załadowczy zwiększa się.

Przewiduje się, że w przyszłości obszar pola eksploatacyjnego przypadający na jeden punkt załadowczych będzie w dalszym ciągu wzrastał. Np. w projekcie rekonstrukcji kop. Jankowice

na poziomie o wydobyciu 8000 t/dobę przewiduje się założenie 10 punktów załadowczych, na jeden punkt przypada więc 1,2 km^2 obszaru pola eksploatacyjnego.

Wraz z wzrostem wielkości pola eksploatacyjnego zwiększać się muszą oczywiście długości dróg odstawy oddziałowej. A więc ogólną tendencją w nowoczesnym projektowaniu jest ograniczenie zasięgu transportu wewnątrz pola, głównie w samych pokładach.

Ważną przyczyną powiększania się wymiarów pola eksploatacyjnego jest wspomniany wzrost optymalnego wybiegu ścian oraz wzrost ich postępu.

Wraz z wzrostem koncentracji wydobycia przypadającego na jeden przodek i na punkt załadowczy, wraz z wprowadzeniem nowoczesnego wysokowydajnego transportu głównego, konieczne są daleko idące zmiany w dotychczasowych sposobach rozcięcia złoża w obrębie pola eksploatacyjnego. Dla uzyskania wysokiej dołowej wydajności pracy oraz niskiego kosztu własnego wydobycia, co zakłada się z góry przy projektowaniu nowych rekonstruowanych kopalń, niezbędne jest wprowadzenie sposobów rozcięcia złoża oraz drogich urządzeń i niestosowanych dotychczas w górnictwie polskim.

3.1. Rozcięcie złoża

Poniżej omówione zostaną niektóre problemy rozcięcia złoża w obrębie pola eksploatacyjnego, oddzielnie dla podłużnego, a oddzielnie poprzecznego sposobu prowadzenia ścian.

Dla podłużnego sposobu eksploatacji

W tym przypadku wymiary pola po rozciągłości odpowiadają pojedynczemu lub podwójnemu wybiegowi ściany w zależności od stosowania jedno- lub dwuskrzydłowej eksploatacji.

Eksploatacja dwuskrzydłowa daje większe możliwości koncentracji wydobycia z pola, natomiast powoduje gorsze warunki utrzymania głównych pochylń, punktu załadowczego i przekopów polowych. Wybieranie dwuskrzydłowe zezwala teoretycznie na dwukrotnie mniejszą ilość przekopów polowych, w praktyce jednak

przy wybiegu ścian rzędu 1000 m i średnich warunkach eksploatacyjnych zachodzi zwykle potrzeba wykonania dodatkowych przekopów na granicach pól dla ułatwienia rozcinki, dowozu materiałów, załogi i wentylacji.

Optymalny wybieg ściany określa się na podstawie analizy ekonomicznej. Przy aktualnie dostępnych środkach mechanizacji ścian optymalny ich wybieg mieści się w granicach 700-1500 metrów.

Następnym zagadnieniem jest określenie optymalnej szerokości pola (w kierunku upadu pokładu), która zasadniczo równa jest odstępowi między dwoma punktami załadowczymi szybikowym lub bezszybikowym. Tradycyjnie zakłada się punkty załadowcze w chodnikach podstawowych bezpośrednio pod ścianą lub pod pochylnią główną dla każdego pokładu osobno (przy dużych i średnich upadach pokładów) względnie (przy małych upadach) pod szybikiem.

Wadą tego sposobu jest konieczność utrzymania długich pochylń głównych oraz dekoncentracja transportu głównego. Pochylnie międzypoziomowe prowadzone w każdym pokładzie, narażone są na znaczne ciśnienie eksploatacyjne, wynikające z utrzymywania ich w filarze w otoczeniu zrobów.

Przeciwstawieniem jest czysty model szybikowy stosowany powszechnie w Zagłębiu Ruhry w NRF, w Zagłębiu Campine w Belgii i Holandii oraz na kop. Dymitrow w Polsce. Ten sposób rozcięcia pola polega na wykonywaniu szybików z przekopu polowego w odstępach jednej ściany, każda ściana udostępniona jest dwoma szybikami: wydobywczym i zjazdowo-materiałowym. Pochylnie główne są całkowicie wyeliminowane, gdyż po rozpoczęciu ściany dowierzchnię likwiduje się. Szczególną zaletą takiego sposobu rozcięcia złoża jest mała liczba wyrobisk w pokładzie, zupełny brak wyrobisk stanowiących równoległe połączenie wentylacyjne ze ścianami, a więc przejrzysty i sprawny system wentylacyjny, wyeliminowanie pochylń, krótkie drogi transportowe i dla dojścia załogi, do wad zaliczyć można dużą liczbę punktów załadowczych i kosztownych szybików.

W poszukiwaniu rozwiązań pośrednich łączących zalety modeli pochylnianego i szybikowego projektuje się ostatnio model kombinowany, w którym szybiki wydobywcze głębi się w odstępach dwóch lub trzech pięter ścianowych. Dla skrócenia dróg dla dojścia załogi, transportu, materiałów, wentylacji i podsadzki wykonane są ewentualnie dodatkowe szybiki pomocnicze.

Przy nachyleniach pokładów powyżej 12-15° model szybikowy staje się zbędny, gdyż przy odstępach pionowych poziomów 100--150 m, długość pochyła pola w pokładzie w kierunku nachylenia nie przekracza 500-700 m. W tych warunkach może okazać się korzystniejsze rozcięcie pokładów pochylniami międzypoziomymi. W tym przypadku połączenie środków odstawy w pochylniach z centralnym punktem załadowczym pola nastąpić może za pomocą przekopów pomocniczych taśmowych, równoległych do polowych przekopów przewozowych.

Jak już poprzednio wspomniano istnieje stała tendencja do powiększenia wymiarów pola eksploatacyjnego. Równocześnie następuje także wzrost wielkości wydobycia.

Wzrost ten może następować w dwojaki sposób: przez wzrost wydobycia z jednej ściany lub zwiększanie liczby równocześnie czynnych ścian; wybierany w jednym czasie może być jeden lub więcej pokładów. Eksploatować można wówczas jeden pokład lub więcej pokładów równocześnie.

W pierwszym rzędzie dąży się do maksymalnego wzrostu wielkości wydobycia z jednego przodka eksploatacyjnego, liczba ścian i pokładów przypadająca na jeden punkt załadowczy zależy od wielkości rozwinięcia frontu oraz od zdolności wydobywczych i wentylacyjnych głównych wyrobisk udostępniających pole. Na przykład dla kopalni silnie gazowej ROW jednym przekopem można doprowadzić ilość powietrza wystarczającą dla wydobycia około 1500 t/dobę, chcąc więc uzyskać z jednego pola wydobycie 3000 t/dobę, trzeba wykonać dwa przekopy równoległe itd. Granicę opłacalności koncentracji wydobycia z jednego pola określić może analiza ekonomiczna.

W każdym bądź razie wydaje się, że ideałem byłoby pole, w którym wybierana byłaby jedna ściana o dużym wydobyciu. Tego

typu rozwiązanie zastosowano w sławnej już ścianie na kop. "Zabrze", gdzie przy średnim wydobyciu 3700 t/dobę ze ściany, istniały już duże trudności z odstawą i transportem głównym. Z tego względu założono dwa punkty załadowcze na dwóch poziomach, oba przystosowane do odbioru olbrzymiej masy węgla ze ściany giganta.

W projektowaniu dąży się do wybierania w polu tylko jednego pokładu, a w pokładzie tylko jednej ściany w piętrze. Wydaje się, że koncepcje równoczesnego wybierania kilku ścian w skrzydle definitywnie się przeżyły. Przy wielkiej produkcji z jednej ściany powstają tak wielkie zadania transportowe i wentylacyjne, że prowadzenie więcej ścian w skrzydle staje się niemożliwe.

Dla poprzecznego systemu eksploatacji

Poprzeczny system eksploatacji związany jest głównie ze stosowaniem podsadzki hydraulicznej. Przy niewielkich upadach stosowany jest też czasem przy zawałowym systemie eksploatacji.

Poprzeczny system daje większe możliwości koncentracji wydobycia w pokładzie, ponieważ w jednym skrzydle można niezależnie prowadzić równocześnie kilka ścian. Istnieją również lepsze warunki odwadniania i odstawy oddziałowej.

Wadą systemu jest trudniejsze prowadzenie ścian zmechanizowanych po wzniosie niż po rozciągłości. Wymiary pola eksploatacyjnego po rozciągłości zależne są od liczby ścian i ich długości. Mimo możliwości równoczesnego prowadzenia kilku ścian w skrzydle przy poprzecznym sposobie wybierania przejawia się ostatnio i tu tendencja do wydłużenia ściany i zwiększenia wydobycia z niej.

Jeszcze kilka lat temu uważano za optymalną długość ściany podsadzkowej 60 do 80 metrów, obecnie ściany wydłuża się do 150 m i więcej. Długość ściany ograniczona jest głównie środkami odstawy ścianowej, które przy poprzecznym systemie eksploatacji pracują w cięższych warunkach niż przy podłużnym. Wielkość wydobycia ze ściany poprzecznej rzędu 1000 t/dobę nie jest już obecnie rewelacją.

Długość pola w kierunku upadu określona jest wybiegiem ścian poprzecznych. Przy średnich i dużych upadach długość ta odpowiadać będzie wysokości pochyłej poziomu, przy upadach małych określona może być na podstawie analizy ekonomicznej. Według obecnych poglądów wybieg ścian podsadzkowych poprzecznych nie powinien być mniejszy jak 500 m.

Wymiary pola eksploatacyjnego mogą być ograniczone czynnikami naturalnymi złoża, a zwłaszcza samozapalnością węgla .

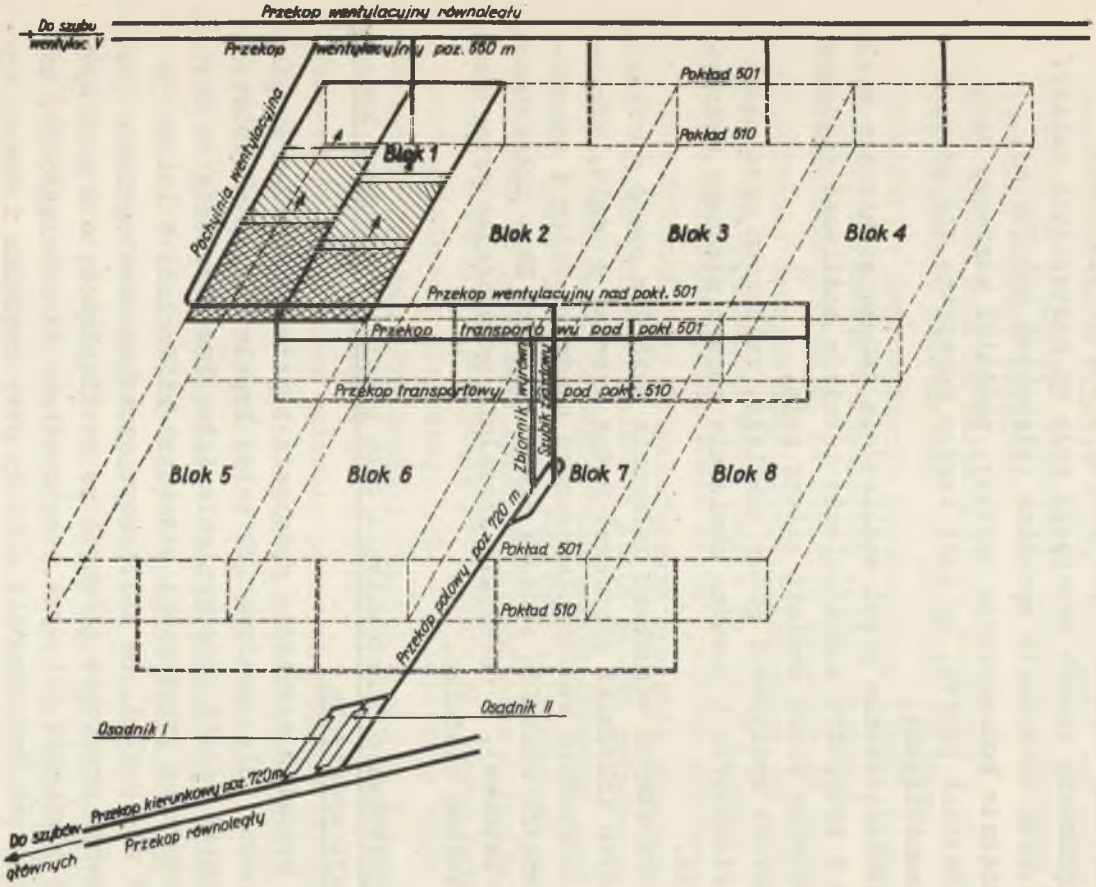
W dotychczasowej praktyce punkty załadowcze znajdowały się zwykle w chodniku podstawowym osobno pod każdą dowierzchnią odstawczą. Dla zmniejszenia liczby punktów załadowczych można zorganizować centralne polowe punkty załadowcze, łącząc je dowierzchniami odstawczymi, zależnie od warunków albo za pośrednictwem chodników podstawowych lub przekopów kierunkowych, przekopów - przecznic itp., w których transport odbywa się przenośnikami taśmowymi.

Przy eksploatacji grubych pokładów skłonnych do samozapalenia, a więc przede wszystkim pokładów grupy siodłowej, za najwłaściwszy uważany jest szkielet kamienny głównych robót przygotowawczych. W tym przypadku w węglu wykonuje się jedynie roboty przygotowawcze w obrębie jednego bloku, czyli części pola eksploatacyjnego, która winna być przygotowana, wybrana i zlikwidowana w czasie nie dłuższym od okresu inkubacyjnego. Pozostałe roboty przygotowawcze w polu eksploatacyjnym wykonane są w kamieniu.

Dla przykładu przedstawiono poniżej nowoczesny sposób rozcięcia pola dla eksploatacji pokładów 501 i 510 na poziomie 720 m kopalni Staszic. Schemat przestrzenny rozcięcia pola przedstawiono na rys. 1.

Przyjęte wymiary jednego bloku ze względu na okres inkubacyjny wynoszą 300x500 m, w 1 bloku prowadzone są równocześnie 4 ściany (3 w ruchu, jedna w rezerwie).
Wydobycie średnie ze ściany wynosi 1000 t/dobę, a z bloku i pola 3000 t/dobę.

W pokładzie wykonane są jedynie dowierzchnie odstawowe i wentylacyjno-podsadzkowe.



Rys. 1. Schemat przestrzenny rozcięcia pola nowym sposobem na poziomie 720 kopalni "Staszic" (wyrobiska wykonane dla eksploatacji bloku 1 zaznaczono liniami ciągłymi)

Wszystkie pozostałe roboty przygotowawcze wykonane są w kamieniu, a więc szybiki zsypne i materiałowo-podsadzkowe, chodniki piętrowe odstawowe i wentylacyjno-podsadzkowe, wreszcie centralny zbiornik wyrównawczy i szybik klatkowy.

Proponowany sposób rozcięcia pola ma następujące zalety:

- lepsze utrzymanie wyrobisk (głębokość 600-700 m),
- większa koncentracja odstawy, chodniki kamienne będą idealnie proste, co jest bardzo korzystne dla odstawy taśmociągami,
- zabezpieczenie przed możliwością samozapalenia się węgla a w przypadku samozapalenia istnieje możliwość odcięcia jednego bloku zamiast całego pola,
- wzrost wydajności pracy oddziału, zwłaszcza prac poza-przodkowych i poważne obniżenie kosztu własnego wydobycia.

W korzystnych warunkach zalegania pokładów część wyrobisk kamiennych (chodniki piętrowe) można wykonać w węglu, wybierając poprzednio wzdłuż planowanego chodnika filar i wykonując wewnątrz szczelną obudowę chodnika (łuki ŁP z okładzinami zalane betonem), a następnie szczelnie podsadzając przestrzeń poza obudową chodnika.

4. Projektowanie udostępnienia dołu kopalni o wysokiej koncentracji wydobycia

Wraz z wzrostem natężenia wydobycia z jednego przodka eksploatacyjnego, pola, poziomu lub całej kopalni ulega przeobrażeniu również sposób udostępnienia dołu. Przeobrażenia te widoczne są nawet na przestrzeni ostatnich kilku lat. W latach 50 ustalił się pogląd, że najlepszym sposobem udostępnienia jest prowadzenie przekopów głównych po rozciągłości, a z nich wykonywanie przekopów polowych prostopadłych do rozciągłości, udostępniających bezpośrednio pokłady przy średnich i dużych upadach lub za pośrednictwem szybików przy upadach małych.

Zasadą jest tu pokrywanie się w pionie przekopów na kolejnych poziomach. Taki sposób udostępnienia zastosowany został we wszystkich kopalniach projektowanych w ostatnich latach.

Poza wieloma zaletami dotychczasowy sposób udostępnienia ma też pewne wady, a mianowicie:

- prawie z reguły zachodzi konieczność utrzymywania przekopów polowych w filarze między wybranymi skrzydłami pokładów, co powoduje spiętrzenie naprężeń górotworu i niszczenie obudowy przekopów,
- duża liczba punktów załadowczych, zazwyczaj u wylotu każdego chodnika podstawowego do przekopu polowego,
- trudności w doprowadzeniu dostatecznej ilości powietrza do pól, zwłaszcza w kopalniach silnie gazowych.

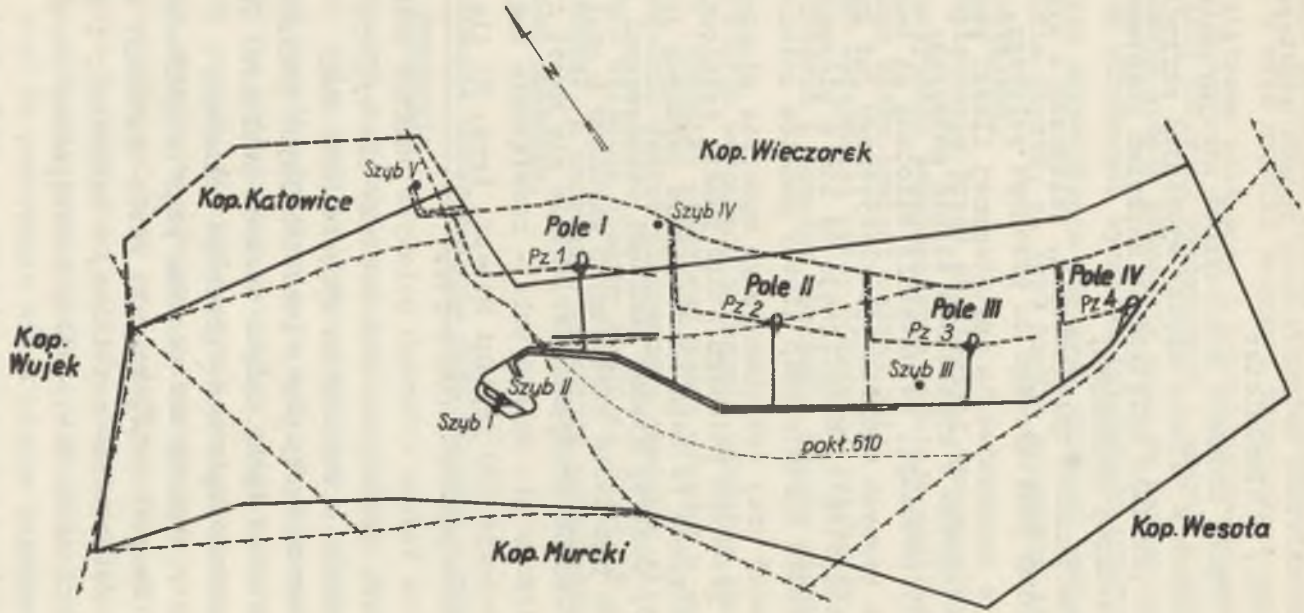
Powyższe wady powodują, że ostatnio widoczne są tendencje do wprowadzenia pewnych modyfikacji klasycznego już kamiennego sposobu udostępnienia. Modyfikacje te idą w pierwszej kolejności w kierunku ograniczenia liczby punktów załadowczych. Można tego dokonać przy dotychczasowym sposobie udostępnienia, tworząc wzdłuż przekopu polowego stałe punkty załadowcze w określonych odstępach (z tego równocześnie czynnych jest jeden, a najwyżej dwa). Odstępy między punktami załadowczymi powinny być określane na podstawie konkretnych warunków i analizy ekonomicznej. W skrajnym przypadku projektuje się nawet tylko jeden punkt załadowczy dla całego pola - rozwiązanie takie zaprojektowano na poziomie 720 kopalni Staszic (rys. 2) dla udostępnienia grubych pokładów 501 i 510.

Przewiduje się budowę czterech polowych punktów załadowczych, z tego będą dwa czynne równocześnie dla wydobycia 3000 ton każdy. Wydobycie z poziomu ma wynosić 6000 ton.

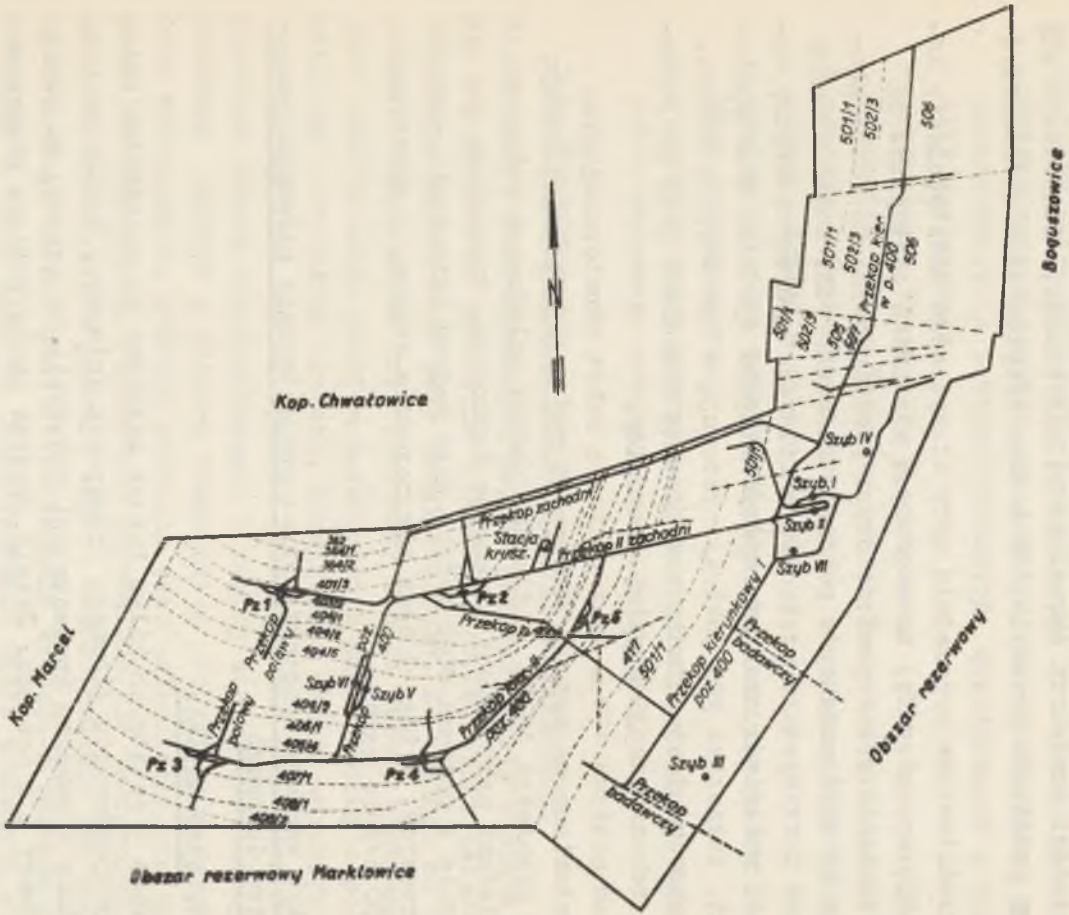
Punkty załadowcze łączy się z poszczególnymi pokładami albo za pomocą szybików (przy małych upadach pokładów) lub przekopów taśmowych równoległych do przekopu polowego.

Obydwa powyższe sposoby zastosowano przy projektowaniu kopalni Zofiówka. We wschodniej części, gdzie występują małe upady, pokłady udostępniono szybikiem, w zachodniej i północnej przy większych upadach - pokłady udostępniono równoległymi przekopami taśmowymi.

Przyjęto średni odstęp punktów załadowczych 500 m, z tym że przy wydobyciu 10 000 t/dobę netto z poziomu będzie równocześnie czynnych 6 punktów.



Rys. 2. Plan poziomu 720 m kopalni "Staszic"



Rys. 3. Plan poziomu 400 m kopalni "Jankowice"

Przekopy kierunkowe i część przekopów polowych zaprojektowano jako podwójne ze względu na potrzebę doprowadzenia znacznych ilości powietrza (kopalnia silnie gazowa). Przewiduje się odstęp przekopów polowych 110 m oraz eksploatację jednoskrzydłową.

Przedstawione poprzednio wady klasycznego udostępnienia kamiennego spowodowały, że w pewnych warunkach odstąpiono od udostępnienia przekopami polowymi prostopadłymi do rozciągłości na korzyść przekopów polowych kierunkowych. Można wówczas uniknąć utrzymywania przekopów w filarach oporowych między wybranymi pokładami oraz zmniejszyć długość wyrobisk udostępniających, zwłaszcza gdy pokłady występują w wyraźnych wiązkach. Taki sposób udostępnienia zastosowano częściowo przy projektowaniu rekonstrukcji kopalni Jankowice.

Plan poziomu 400 m wraz z siecią robót udostępniających przedstawiono na rys. 3. W kopalni tej upady pokładów wahają się w granicach 15-50° i dlatego punkty załadowcze połączono z pokładami przy pomocy przekopów taśmowych. Przewiduje się wydobycie z poziomu 8000 t/dobę oraz budowę dziesięciu punktów załadowczych, z tego 3 będą równocześnie czynne, o wydobyciu do 3000 t/dobę każdy.

5. Wpływ wzrostu koncentracji na projektowanie głównego transportu dołowego

5.1. Wprowadzenie

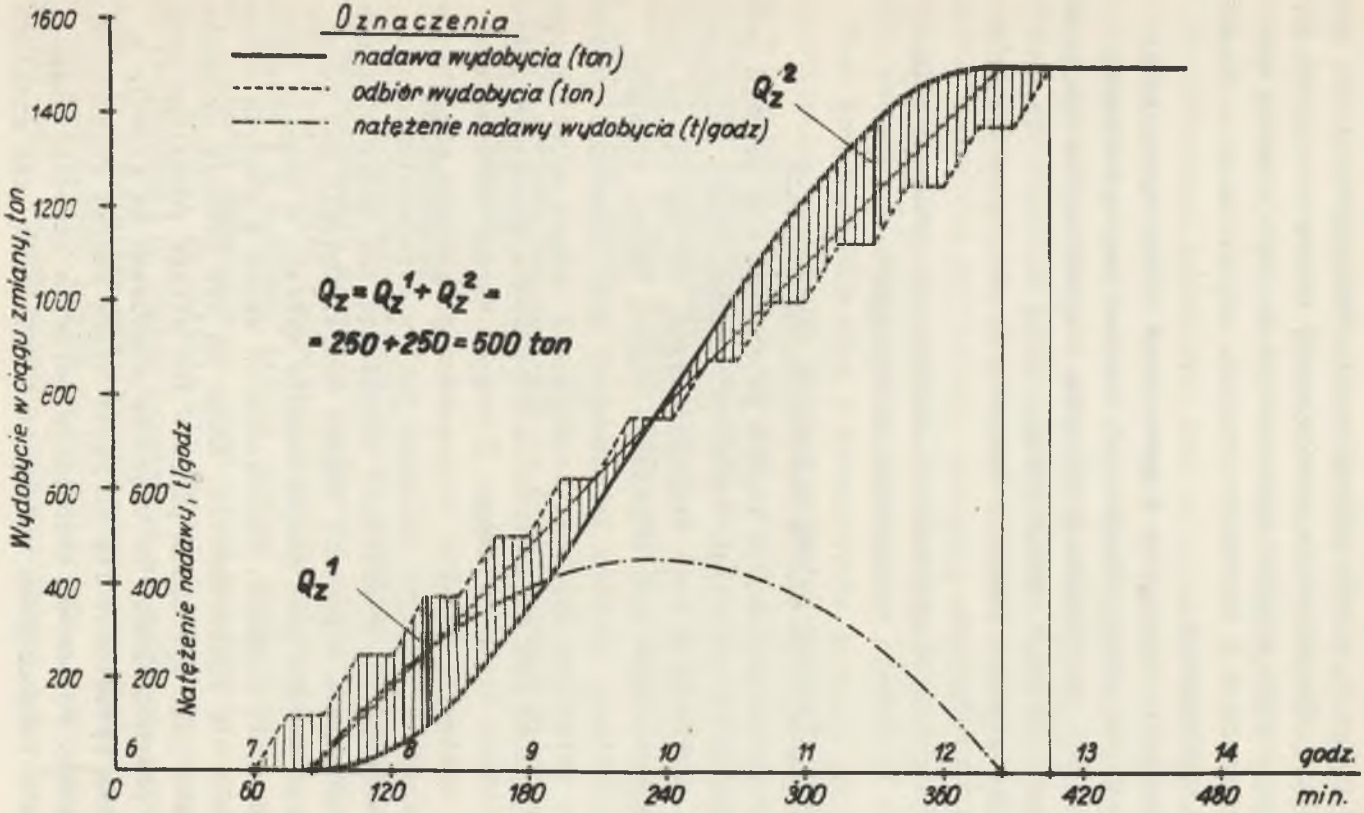
Zwłaszcza w ostatnich kilku latach widoczne są zasadnicze zmiany w projektowaniu głównego transportu dołowego. Wynika to bezpośrednio z wzrostu koncentracji wydobycia ze ściany, na punkt załadowczy i z poziomu. Jeżeli jeszcze około 1960 r. projektowano wielkość wydobycia na jeden punkt załadowczy w wysokości 400-1000 t/dobę, to obecnie dla nowych i rekonstruowanych kopalń projektuje się punkty załadowcze na wydobycie 1500-3000 t/dobę. W okresie tym wzrosło także projektowane wydobycie z poziomu z 2000-6000 t/dobę do 10 000 t/dobę, a obecnie przewiduje się nawet budowę kopalni jednopoziomowej o wydobyciu

20 000 t/dobę. Tak gwałtowny wzrost koncentracji wywiera z kolei silny wpływ na sposób projektowania transportu. A oto główne kierunki w projektowaniu nowoczesnego transportu głównego:

- budowa dużych punktów załadowczych do 4000 t/dobę, zmechanizowanych i zautomatyzowanych, wyposażonych w zbiorniki wyrównawcze,
- wyposażenie transportu w nowoczesny tabor, np. ciężkie lokomotywy, wozy 5-tonowe lub większe samowyładowcze,
- podszybia wydobywcze przelotowe z wyładowaniem pociągów pełnym składem w czasie ruchu,
- zautomatyzowane punkty załadowcze do skipów ze zbiornikiem wyrównawczym,
- w uzasadnionych przypadkach zastąpienie głównego transportu szynowego transportem taśmociągami.

5.2. Projektowanie polowych punktów załadowczych

Dla nowych rekonstruowanych kopalń projektuje się obecnie punkty załadowcze na wydobycie 1500-3000 t/dobę. Punkt załadowczy obsługuje zwykle całe pole eksploatacyjne. Ze względu na duże zadania transportowe oraz stosowany ciężki tabor, wskazane jest lokalizowanie punktów załadowczych przy przekopie polowym, możliwie w zwięzłych skałach. Rozwiązanie układu wyrobisk punktu zależne jest tak od sposobu udostępnienia pola, jak i stosowanego taboru transportowego. Z reguły między oddziałowymi środkami odstawy a głównym transportem projektuje się zbiorniki wyrównawcze, których zadaniem jest uniezależnienie obu rodzajów transportu. Poprzednio zadowalano się tworzeniem akumulatora wydobycia w postaci zapasu wozów. Obecnie gdy koszt nowoczesnego taboru jest nieporównanie wyższy, a zadania produkcyjne o wiele większe, magazynowanie węgla w stałych zbiornikach stało się koniecznością. Znane są dwa rodzaje zbiorników stałych: jako wyrobiska pionowe lub silnie pochylone oraz zbiorniki przenośnikowe. Te ostatnie stosowane są głównie w Anglii. U nas przewiduje się na razie tylko budowę zbiorników w wyrobiskach. Pojemność zbiorników polowych określać można na podstawie harmonogramu wydobycia z oddziałów oraz rozkładu



Rys. 4. Wykres do określenia pojemności zbiornika wyrównawczego polowego przy parabolicznym rozkładzie natężenia wydobycia z oddziału

jazdy pociągów. Najprościej jest wyznaczyć pojemność zbiornika wyrównawczego polowego metodą wykreślną.

Teoretyczny przykład przedstawiono na rys. 4

Założono paraboliczny rozkład natężenia wydobycia oddziału (rys. 4) charakterystyczny dla oddziałów niezmechanizowanych (urabianie wrębiarką i materiałami wybuchowymi). Na rysunku 4 zaznaczono wykresy nadawy wydobycia oddziału (linia ciągła gruba) oraz odbioru wydobycia przez transport główny (linia przerywana). Założono przy tym, że pociągi przyjeżdżają do punktu załadowczego w stałych odstępach czasu. Pojemność zbiornika określić można wprost z wykresu z sumy:

$$Q_z = Q_z^1 + Q_z^2$$

Q_z^1 - zapas początkowy (największa różnica ujemna) t

Q_z^2 - zapas bieżący (największa różnica dodatnia) t

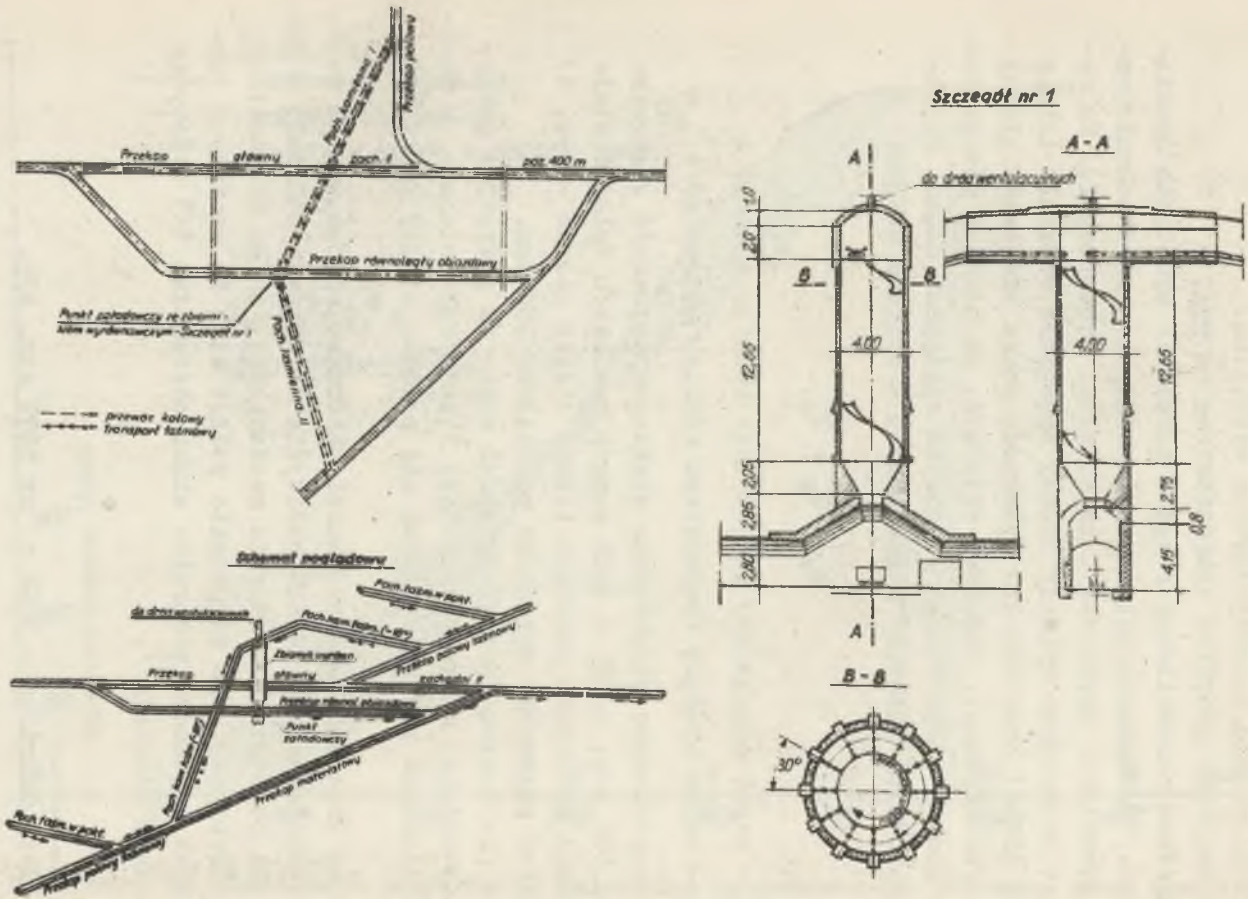
W przytoczonym przykładzie minimalna pojemność zbiornika wynosi 500 ton, gdyby w tych samych warunkach założyć stałe natężenie wydobycia oddziału (linia ciągła cienka - rys. 4) minimalna pojemność zbiornika wynosiłaby 250 ton.

Oba przytoczone przykłady uznać można za przypadki skrajne: najbardziej niekorzystniejszy i najkorzystniejszy, w praktyce pojemność zbiornika wahać się powinna między 250 i 500 ton.

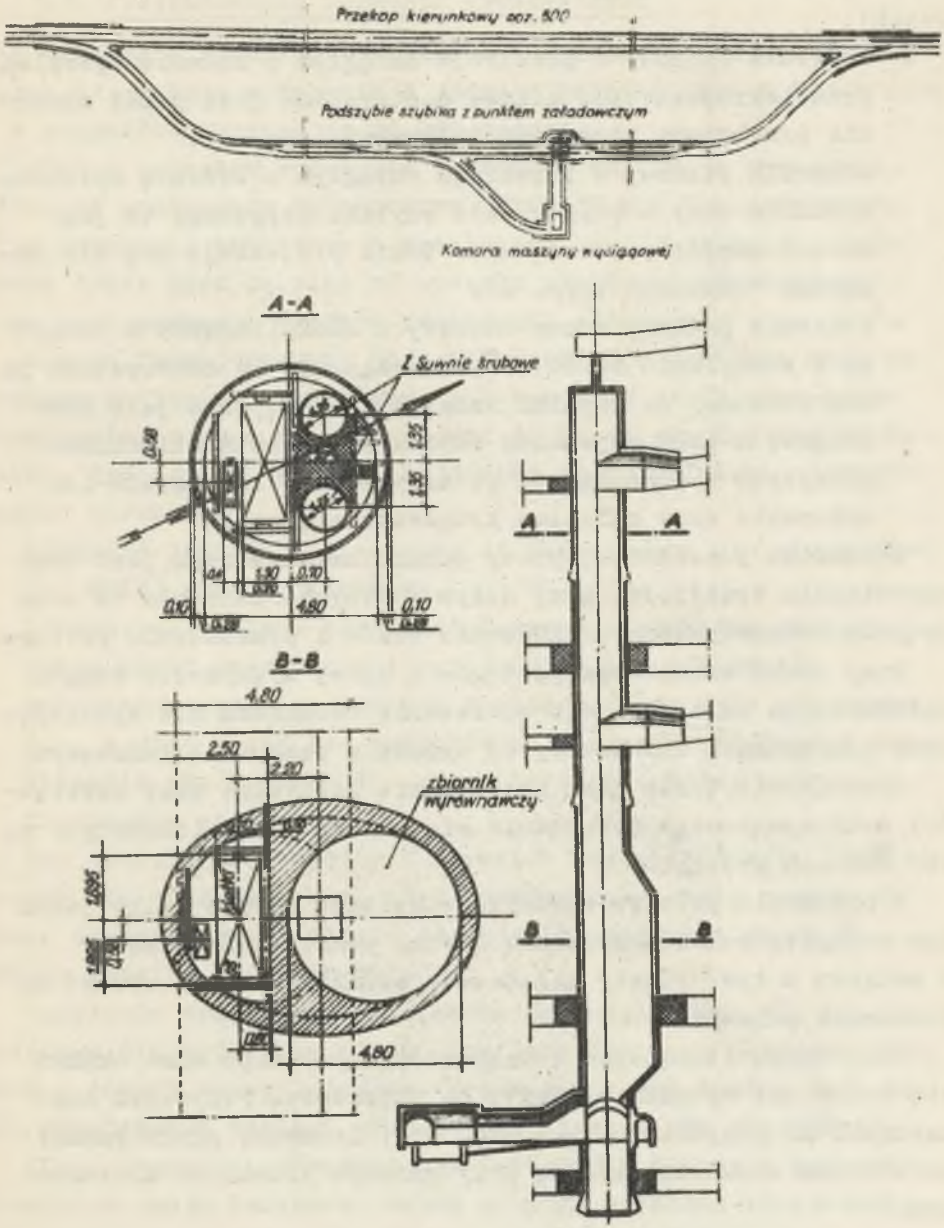
Można udowodnić, że pojemność zbiornika wyrównawczego polowego winna stanowić 20-40% wydobycia zmianowego oddziału w zależności od rodzaju i stopnia mechanizacji ścian (równomierność wydobycia). Dla porównania podaje się, że wg danych angielskich pojemność zbiornika winna odpowiadać 1/3 wydobycia zmianowego oddziału[1].

---

[1] Colliery Guardian - 1964 r. nr 5399 str. 479.



Rys. 5. Polowy punkt załadowczy ze zbiornikiem wyrównawczym kopalni "Jankowice"



Rys. 6. Polowy punkt załadowczy z szybikiem i zbiornikiem wyrównawczym kopalni "Staszic"

Projektuje się następujące typy polowych zbiorników wyrównawczych:

- zbiornik pionowy o przekroju okrągłym z zsuwnią spiralną, przeciwkruszeniową, nadawa dostarczana jest ponad zbiornik przekopami pochyłymi taśmowymi (rys. 5),
- zbiornik pionowy o przekroju okrągłym z zsuwnią spiralną, zlokalizowany w poszerzeniu szybika zsypowego (w jego dolnej części), rozwiązanie takie projektuje się dla kokaplni "Staszic" (rys. 6),
- zbiornik pochyły z rur stalowych zlokalizowany w pochylni o nachyleniu około 45°, rozwiązanie to zastosowano po raz pierwszy na kopalni Andaluzja. Wadą jego jest duża długość a mała pojemność zbiornika. Zaletą zbiorników pochyłych w stosunku do pionowych jest łatwiejsze ich wykonanie oraz mniejsze kruszenie się węgla.

Warunkiem prawidłowej pracy punktu załadowczego jest jego odpowiednia wydajność, przy dużym wydobyciu zapewnić to może jedynie automatyzacja załadowania wozów i przesuwania pociągu.

Przy ruchu wahadłowym pociągów i dużej wydajności punktu załadowczego wskazane jest stosowanie rozwiązań nie wymagających odczepiania lokomotywy od składu w punkcie załadowczym.

Rozwiązanie takie jest szczególnie korzystne przy możliwości dwukierunkowego poruszania się składu (dwie lokomotywy na obu końcach pociągu).

W przekopie polowym zlokalizowany jest zwykle tylko jeden lub najwyżej dwa równocześnie czynne punkty załadowcze. W związku z tym, punkty załadowcze można wykonywać wprost na przekopie polowym.

Przy dużym obciążeniu transportowym przekopu może okazać się konieczne wykonanie punktu na objeździe. Przypadek taki nastąpił na przykład na poz. 500 kop. Staszic, gdzie punkty załadowcze zlokalizowane są przy głównym przekopie kierunkowym.

5.3. Projektowanie podszybi wydobywczych

Dla uzyskania wysokiej koncentracji wydobycia projektuje się coraz to większe wydobycie z jednego poziomu (do 10 000 t/dobę a w przyszłości nawet do 20 000 t/dobę).

Wraz z wzrostem wydobycia z poziomu wzrastają wymagania stawiane podszybiom wydobywczym. Stosuje się dwa zasadnicze typy podszybi: pętlicowe i przelotowe. Wybór jednego z tych dwóch typów jest zależny od sposobu udostępnienia poziomu oraz zastosowanych środków transportu głównego.

Zasadą funkcjonowania podszybia przelotowego jest ruch wahadłowy pociągów. Pociąg wraz z lokomotywą przejeżdża przez punkt wyładowczy i kierowany jest do przeciwległej części kopalni. System taki może funkcjonować przy spełnieniu następujących warunków:

Wielkość produkcji dowożonej do podszybia z obu stron musi być mniej więcej jednakowa,

lokomotywa powinna przejeżdżać razem ze składem pociągu przez punkt wyładowczy (bezpośrednio lub objazdem),

wyładowanie pociągu powinno następować bez jego zatrzymania, a więc muszą być zastosowane wozy samowyładowcze oraz zbiornik wyrównawczy dla uniezależnienia pracy wysypu od transportu pionowego.

Bez spełnienia powyższych warunków budowa podszybi przelotowych nie miałaby sensu, gdyż powodowałaby wiele utrudnień (dwie dyspozytornie, długie objazdy lokomotywy i pociągów, szereg punktów kolizyjnych).

Podszybia wydobywcze przelotowe zaprojektowano dla kopalni Zofiówka dla wydobycia 13 500 ton/dobę brutto. Stosowane będą wozy 5 tonowe samowyładowcze. Przez rampę wyładowczą będą mogły przejeżdżać pociągi wraz z lokomotywą w obu kierunkach.

Poza znacznym usprawnieniem transportu dołowego podszybia przelotowe mają dodatkową ważną zaletę: prostsze rozprowadzenie powietrza z podszybia do pól eksploatacyjnych. Przy dużej koncentracji, zwłaszcza w przypadku kopalń silnie gazowych, podszybie pętlicowe wymaga bowiem wykonywania dodatkowych lunet

wentylacyjnych wyprowadzających powietrze z szybów do głównego przekopu. Przy podszybiach przelotowych bezpośrednio z szybów następuje podział prądu powietrza na dwie strony kopalni.

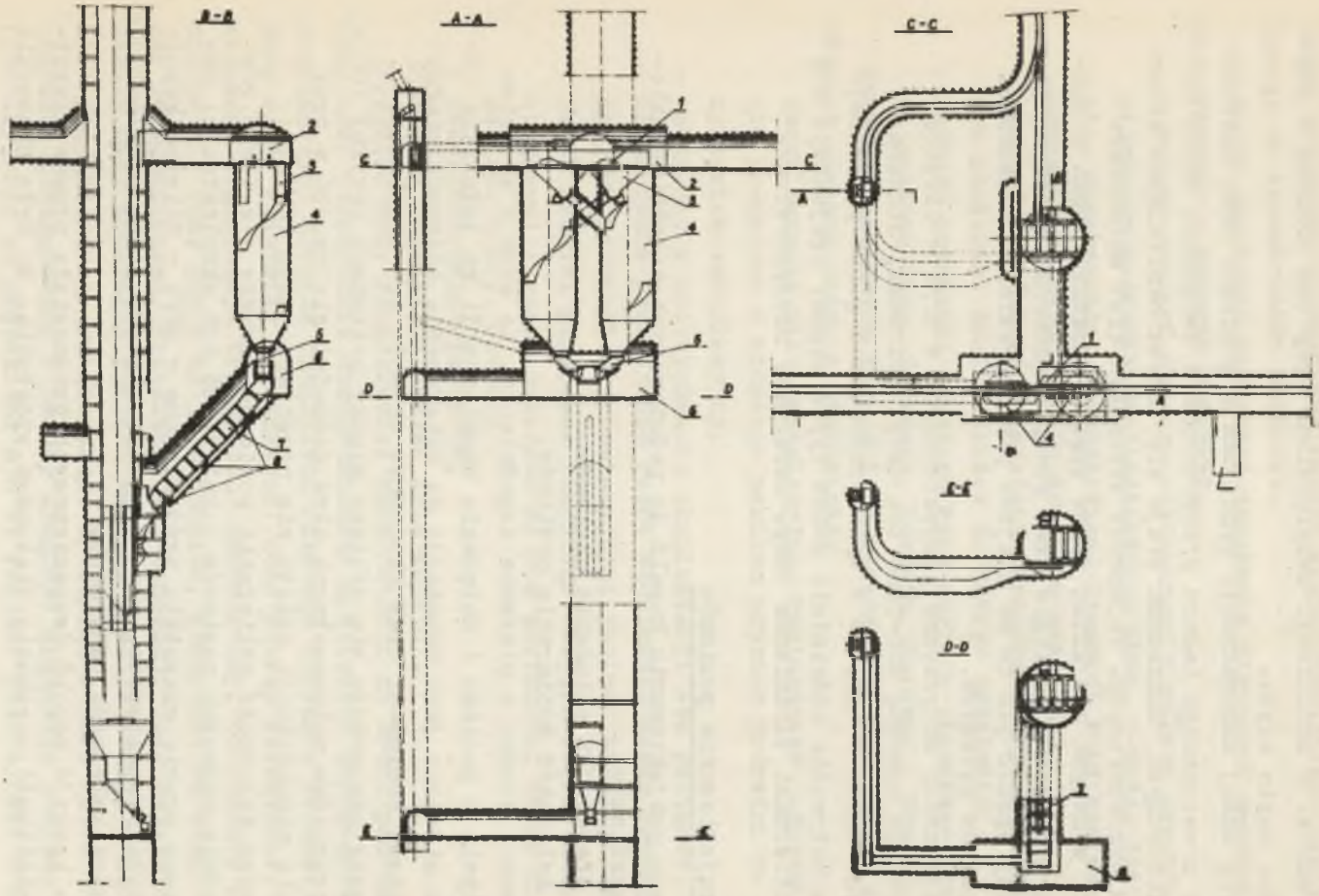
Zastosowanie podszybi przelotowych przy spełnieniu podanych wyżej warunków daje poważne oszczędności inwestycyjne. Duże oszczędności w projektowaniu podszybi daje rozdział funkcji podszybia wydobywczego i materiałowo-podsadzkowo-zjazdowego możliwy przy eksploatacji jednopoziomowej. W tym przypadku podszybie na poziomie wyższym powinno spełniać wszystkie funkcje pomocnicze (opuszczanie kamienia do podsadzki, opuszczanie materiałów, zjazd załogi), natomiast podszybie na poziomie niższym powinno być tylko wydobywcze. Oczywiście rozwiązanie takie było niemożliwe przy projektowaniu kopalń wielopoziomowych, stąd bardzo kosztowne i skomplikowane podszybia wydobywcze tego typu kopalń.

5.4. Projektowanie punktów załadowczych skipowych

Przykład urządzenia załadowczego skipowego przedstawiono na rys. 7. Urządzenie przystosowane jest do transportu pociągami z wozów 5 tonowych samowyładowczych (lokomotywy akumulatorowe). Pociąg wyładowuje się przejeżdżając przez rampę wyładowczą (1), zlokalizowaną w komorze wyładowczej (2). Węgiel kierowany jest zsypniami (3) do jednego z dwóch zbiorników wyrównawczych (4) (dwa typy węgla) wyposażonych w zsuwnie spiralne. Ze zbiorników węgiel jest kierowany za pomocą systemu zasuw (5) zlokalizowanego w komorze dozowania (6) do dwóch pojemników odmiarowych (7) o pojemności równej pojemności skipu.

Zapełnienie pojemników następuje automatycznie na podstawie sygnałów nadawanych przez system pressduktorów (8).

Przy projektowaniu załadowczego skipu starano się maksymalnie uprościć zastosowane urządzenia przede wszystkim przez eliminację przenośników pomiędzy punktem wyładowczym pociągów a zbiornikiem i między zbiornikiem a skipem. Dzięki temu można było prawie trzykrotnie obniżyć koszt wykonania urządzenia załadowczego w stosunku do rozwiązania ze zbiornikami poza obie-



Rys. 7. Urządzenie załadowcze skipu kopalni "Zofiówka"

giem wozów. W kalkulacji uwzględniono przy tym różnicę w głębokości żąpia szybu.

Przy dużej koncentracji wydobycia z poziomu, przy zastosowaniu nowoczesnego taboru przewozowego a zwłaszcza wozów samowyładowczych, konieczna staje się budowa centralnych zbiorników wyrównawczych. Pojemność zbiornika (lub zbiorników - jeżeli wydobywa się kilka typów węgla) określić można z harmonogramów jazdy pociągów oraz pracy urządzenia wyciągowego w podobny sposób jak to ma miejsce przy określeniu pojemności zbiorników polowych.

Pojemności dotychczas projektowanych w BPPW - Gliwice zbiorników wynoszą 600-2000 ton (kop. Zofiówka, Staszic, Szczygłowice) z tym, że w tych przypadkach gdzie przewiduje się wydobywanie oddzielnie dwóch typów węgla, projektuje się dwa zbiorniki bliźniacze (kop. Zofiówka, Szczygłowice).

6. Projektowanie poziomów

Przy projektowaniu kopalń do podstawowych zagadnień należy określenie:

- głębokości założenia poziomów,
- kolejność wybierania poziomów.

Jeżeli chodzi o pierwsze zagadnienie, to wraz z wzrostem wydobycia z poziomu i natężenia eksploatacji na jednostkę obszaru widoczna jest tendencja do zwiększania odstępów między kolejnymi poziomami oraz skracania okresów ich eksploatacji. Z reguły projektuje się odstępy między poziomami powyżej 100 m, a w przypadku małozasobnych złoż dochodzi się do 200 m przy okresie eksploatacji często nie przekraczającym 20 lat.

Przez kolejność wybierania poziomów rozumie się ilość równocześnie czynnych poziomów i kolejność ich eksploatacji. Dotychczas prawie wszystkie projektowane w BPPW - Gliwice kopalnie były dwupoziomowe, tzn. prowadzące równoczesną eksploatację na dwóch kolejnych poziomach.

Na korzyść kopalń dwupoziomowych przemawiała przede wszystkim możliwość uzyskania większego wydobycia, co było niezwykle

ważne zwłaszcza w przypadku kopalń węgla koksującego występującego na ograniczonym obszarze.

Możność uzyskania większego wydobycia z kopalni dwupoziomowej wynikała z różnych powodów:

- z małego zasięgu obszaru użytecznego i małych zasobów na pierwszym poziomie eksploatacyjnym (kop. 1-Maja, Jastrzębie, Moszczenica, Szczygłowice, Staszic) stąd konieczność uzupełnienia wydobycia z drugiego poziomu,
- brak odpowiedniego wyposażenia transportu głównego na jednym poziomie, dostosowanego do dużego wydobycia,
- możność uzyskania lepszego typu węgla z głębszego drugiego poziomu (kop. Zofiówka, Borynia, Pniówek, Staszic).

Mimo niewątpliwych korzyści eksploatacja dwupoziomowa ma również poważne wady, a mianowicie:

- skomplikowana sieć wentylacyjna, konieczność odprowadzenia powietrza z niższego poziomu poprzez pośredni na górny poziom wentylacyjny,
- trudności w koordynowaniu eksploatacji obu poziomów,
- nieuchronne podbieranie robót udostępniających górnego poziomu robotami eksploatacyjnymi poziomu niższego (wyjątek stanowi przypadek znacznego odstępu między eksploatowanymi grupami pokładów na obu poziomach, co ma miejsce np. w kop. Staszic),
- dekoncentracja wydobycia,
- wyższe nakłady na budowę dołu kopalni.

Powyższe wady równoczesnej eksploatacji na dwóch poziomach oraz nowe praktycznie nieograniczone możliwości przewozowe nowoczesnych środków transportu dołowego (ciężkie lokomotywy, duże wozy, zbiorniki wyrównawcze, duże punkty załadowcze, nowoczesna organizacja transportu) spowodowały, że obecnie przewiduje się tam, gdzie to jest możliwe, przejście na eksploatację jednopoziomową. Przykładem tej tendencji jest ostatnio wykonany nowy generalny projekt wstępny kop. Zofiówka, w którym mimo projektowanego zwiększonego wydobycia z 9000 do 10 000 ton/dobę zrezygnowano z budowy drugiego głębszego poziomu eksploatacyjnego na głębokości 830 m. Projekt potwierdził w całej

pełni słuszność tej decyzji. Koszt budowy kopalni obniżył się o około 15%, przy równoczesnym niewątpliwym obniżeniu w przyszłości kosztu własnego wydobycia w stosunku do kopalni dwupoziomowej. Również w opracowanym ostatnio w BPPW - Gliwice studium wstępnym kopalni Panewniki założono budowę kopalni z jednym poziomem wydobywczym o produkcji 20 000 t/dobę.

W tym miejscu trzeba zwrócić uwagę na czynnik, który często decyduje o budowie kopalni jedno lub dwupoziomowej: jest nim głębokość założenia kopalni.

Często bywa tak, że pierwszy poziom wydobywczy ma niekorzystne parametry (bliskość nadkładu, mały obszar występowania niewielkie zasoby) i nie jest w stanie zapewnić budowanej kopalni dobrych wskaźników techniczno-ekonomicznych. W związku z tym, w uzasadnionych przypadkach może być celowe założenie pierwszych eksploatacyjnych poziomów niżej, pozostawiając górną i wyżej zalegającą część złoża na okres późniejszy eksploatacji. O wyborze głębokości założenia kopalni powinna wyłącznie decydować analiza ekonomiczna, natomiast zarzut o rabunkowej gospodarce złożem winien być kategorycznie odrzucony w dobie, gdy węgiel musi konkurować z innymi źródłami energii, a nakłady na budowę winny zwracać się najwyżej w ciągu 6 lat.

Oczywiście zakładając od razu kopalnię w najkorzystniejszej części złoża można tym lepiej projektować racjonalną eksploatację jednopoziomową. Pod tym kątem widzenia w BPPW - Gliwice zaprojektowano znaczne obniżenie pierwszych poziomów kopalń Zofiówka, Borynia, Pniówek, a ostatnio przy projektowaniu kopalni Panewniki w rejonie Mikołowskim przewidziano na podstawie analizy ekonomicznej założenie kopalni od razu na głębokości 1000 m.

Tak więc na podstawie dotychczasowych doświadczeń można wysnuć wniosek, że przy dużej koncentracji wydobycia z jednego przodka eksploatacyjnego, pola, poziomu lub kopalni, przy nowoczesnych środkach transportu dołowego najbardziej uzasadniona jest eksploatacja jednopoziomowa.

7. Wpływ koncentracji wydobycia i postępu technicznego na organizację budowy kopalni

Wyrazem postępu technicznego przy budowie kopalń jest wzrost postępów w głębieniu szybów oraz przy prowadzeniu robót udostępniających i przygotowawczych. W związku z tym na przestrzeni ostatnich lat skrócił się znacznie okres budowy kopalni. Okres ten podzielić można na dwie zasadnicze części:

Okres I: którego końcowym etapem jest uzyskanie pierwszego wydobycia z robót eksploatacyjnych - zależy ściśle od postępu głębienia szybów, organizacji przejścia z robót pionowych na poziomie oraz prędkości postępu robót udostępniających i przygotowawczych.

Okres II: do uzyskania pierwszego do docelowego wydobycia kopalni, okres ten zależny jest od tempa robót udostępniających, wielkości wydobycia z jednego przodka eksploatacyjnego, a przede wszystkim od możliwości organizacyjnych.

Znaczne skrócenie cyklu budowy kopalni w ostatnich latach rzutuje w silnym stopniu na projektowanie prowizorycznych i ostatecznych urządzeń wyciągowych, wentylatorów głównych oraz w dużym stopniu na inne obiekty kopalni.

Ogólną tendencją będzie w przyszłości ograniczanie budowy wszelkich obiektów tymczasowych, przewidzianych na okres budowy kopalni na korzyść budowy od razu obiektów ostatecznych. Przy krótkim cyklu budowy brak po prostu czasu na budowę urządzeń prowizorycznych i na ich późniejszą przebudowę.

Poza uzbrojeniem terenu, drogami, zabudowaniem powierzchni kopalni, dotyczy to urządzeń wyciągowych w szybach, wentylatorów głównych, urządzeń odwadniania dołu i innych. Charakterystyczny przykład stanowią urządzenia wyciągowe dla rozcinki i ostateczne. Dotychczas przewidywano w pierwszym okresie po zgłębieniu szybów prowadzenie rozcinki z prowizorycznych urządzeń wyciągowych zakładanych zwykle w głównym szybie wydobywczym skipowym.

W tym czasie w okresie 1,5-2,5 lat przygotowywano ostateczne urządzenia wyciągowe klatkowe w szybie pomocniczym. Ostat-

nio rozwiązanie takie okazuje się coraz bardziej niekorzystne, gdyż:

- zaraz po zgłębieniu szybów natężenie robót rozcinkowych wzrasta tak znacznie (duże postępy robót), że nie wystarczają już małe urządzenia wyciągowe prowizoryczne w szybie wydobywczym,
- pierwsze wydobycie uzyskiwane jest tak szybko, a jego rozwój tak gwałtowny (powyżej 2500 t/dobę w skali rocznej), że praktycznie brak jest czasu na wykorzystywanie w dłuższym okresie szybu wydobywczego skipowego dla rozcinki z prowizorycznych urządzeń wyciągowych klatkowych.

Z tych powodów niezwykle ważne staje się szybkie zgłębienie szybu pomocniczego i uruchomienie ostatecznych urządzeń wyciągowych klatkowych, mogących zapewnić w pełni rozwinięcie robót udostępniających i przygotowawczych.

Szybkie tempo budowy narzuca konieczność rezygnacji z większości obiektów prowizorycznych, zwiększa to oczywiście ryzyko przeinwestowania kopalni (na przykład stwierdzenie robotami górniczymi warunków geologicznych uniemożliwiających uzyskanie projektowanego wydobycia docelowego). Wynika stąd wniosek, że przed rozpoczęciem budowy nowoczesnej kopalni muszą być przeprowadzone szczegółowe i bardzo dokładne badania geologiczne.

Kiedyś rozpoczynano budowę kopalni po minimalnych badaniach geologicznych, zgłębiono dwa szyby, prowadzono pewne roboty udostępniające i przygotowawcze, rozpoczynano wydobycie, a następnie w miarę otrzymywanych zysków, jeżeli warunki okazały się sprzyjające, stopniowo rozbudowano kopalnię. W ten sposób ograniczano do minimum ryzyko popełnienia większych błędów przy projektowaniu zagospodarowania złoża. Porównanie obu metod inwestowania wskazuje na znaczną przewagę budowy nowoczesnej szybkiej, a współczesne doskonałe metody badania złoża powinny ograniczyć do minimum ryzyko nieprawidłowego zaprojektowania parametrów kopalni.

8. Uwagi końcowe

Z przedstawionych w artykule rozważań popartych przykładami, zaczerpniętymi z wykonanych w BPPW - Gliwice projektów wynika, że wzrost koncentracji wydobycia powoduje konieczność poszukiwania nowych rozwiązań dla modelu dołu kopalni. Przeobrażeniom podlega przede wszystkim sposób rozcięcia pola eksploatacyjnego, sposób udostępnienia dołu, głębokości poziomów, lokalizacji szybów, wreszcie organizacja i wyposażenie transportu głównego dołowego.

Autor starał się przedstawić obecne tendencje w projektowaniu modelu dołu kopalni, zdając sobie równocześnie sprawę, że w niedalekiej przyszłości nastąpią dalsze, trudne jeszcze do przewidzenia, przeobrażenia modelu kopalni. Głównym celem tych przeobrażeń będzie uzyskanie wysokiej rentowności kopalń na bazie daleko idącej mechanizacji i automatyzacji wszystkich procesów produkcyjnych na dole kopalni.