

Piotr GŁUCH

Zdzisław KOSIŃSKI

Tadeusz LIMBURSKI

Stanisław STACHOWICZ

Instytut Projektowania, Budowy Kopalń
i Ochrony Powierzchni Pol. Śl.

OBUDOWA ŚCIAN CZOŁOWYCH POŁĄCZEŃ WYROBISK KORYTARZOWYCH

Streszczenie. Połączenia wyrobisk korytarzowych w postaci odgałęzień i rozwidleń wykonywane często z prostą ścianą czołową w miejscu naroża oraz z wachlarzowo rozmieszczonymi odrzwiami stalowymi obudowy chodników wlotowych nie zawsze są w stanie zapewnić stateczność połączeń szczególnie w trudnych warunkach górniczo-geologicznych. Obok sposobu zabezpieczenia miejsca naroża połączenia ścianą prostą znane są inne rozwiązania, jak np. z palmowym układem żuków, z żukową ścianą czołową i wysuniętym narożem lub z dźwigarem środkowym, odgałęzienia belkowe, odgałęzienia z żukową ramą stalową, odgałęzienia z obudową o konstrukcji żebrowej, odgałęzienia z ramami z blach stalowych.

Stosowane w trudnych warunkach górniczo-geologicznych stalowe obudowy odrzwiowe połączeń wyrobisk korytarzowych korzystnie jest zabezpieczyć w miejscu naroża za pomocą żuków wykształconych w formie wycinka czaszy kulistej rozpartej o największe odrzwia. Żuki czaszy jako pionowe i poziome tworzą ruszt stalowy przenoszący duże obciążenia od deformujących się skał w narożu połączenia. Zaprojektowane rozwiązanie połączenia pozwala skierować obudowę chodników wlotowych w kierunku ostrym w stosunku do odcosu naroża przeciwnie stawiając się dodatkowo jego przemieszczeniom do wyrobiska.

1. WSTĘP

Połączenia wyrobisk korytarzowych, do których zalicza się odgałęzienia, rozwidlenia skrzyżowania jednostronne i dwustronne, są ważnymi węzłami komunikacyjnymi, których stateczność i właściwa funkcjonalność jest niezbędna dla prowadzenia bezpiecznego transportu załogi, urobku i materiałów.

Połączenie wyrobisk korytarzowych stanowi przestrzenny złożony układ wyrobisk o dużych gabarytach, gdzie zwiększone wielkości naprężeń powodują znaczne deformacje wyrobiska.

W trudnych warunkach górniczo-geologicznych połączenia wyrobisk korytarzowych wymagają zastosowania odpowiednich rozwiązań technicznych i technologicznych zapewniającym tym ważnym węzłom komunikacyjnym pełną użyteczność.

Wśród przyczyn nadmiernego deformowania się obudów połączeń wyrobisk korytarzowych na dużych głębokościach można wyróżnić przyczyny geologiczno-górniczne, techniczne i technologiczne. Przyczyny górniczo-geologiczne są związane z lokalizacją połączenia i można wśród nich wyróżnić:

- lokalizację połączenia w skałach o małej wytrzymałości pełzających,
- występowanie w rejonie połączenia zaburzeń tektonicznych w postaci uskokiów fałdów i innych,
- zawadnienie skał górotworu wokół połączenia,
- oddziaływanie eksploatacji górniczej na obudowę połączenia.

Z wymienionych przyczyn na etapie projektowania połączeń istnieje możliwość przy dobrym rozpoznaniu geologiczno-górnicznym takiej lokalizacji połączenia, która ograniczy oddziaływanie wymienionych wyżej czynników. Przy braku takich możliwości istnieje konieczność zastosowania odpowiednich rozwiązań techniczno-technologicznych konstrukcji połączenia wyrobisk korytarzowych.

Do technicznych przyczyn nadmiernej deformacji połączeń wyrobisk korytarzowych należy zaliczyć:

- stosowanie konstrukcji obudowy o małej podporności, znacznie mniejszej w miejscu połączenia niż w wyrobisku o normalnej wielkości,
- duże gabaryty (szerokość, wysokość) wyrobiska w miejscu połączenia, szczególnie przy odgałęzieniach, rozwidleniach, a w mniejszym stopniu skrzyżowaniach,
- stosowanie "otwartego", nie zamkniętego kształtu przekroju poprzecznego obudowy połączenia,
- stosowanie prostej ściany połączenia oraz naroża o małej szerokości powodującego występowanie znacznych przemieszczeń naroża do wyrobiska,
- niewłaściwe ustawienie odrzwi obudowy stalowej w chodnikach wlotowych połączenia w tzw. wachlarz skierowany w stronę naroża, a nie odwrotnie,
- brak przestrzennego usztywnienia obudowy w postaci dostatecznej ilości rozpór podłużnych.

Powyższe przyczyny mogą być usunięte przez opracowanie odpowiedniej konstrukcji połączenia wyrobisk korytarzowych i to zarówno pod względem kształtu, jak i rodzaju obudowy.

Do technologicznych przyczyn nadmiernej deformacji obudów połączeń wyrobisk korytarzowych należy zaliczyć między innymi:

- niewłaściwe powiązanie wykonywanej obudowy z górotworem oraz z obudową szczególnie przy stosowaniu betonu natryskowego do wzmocnienia obudowy odrzwiowej stalowej,
- niewłaściwa kolejność prowadzenia robót górniczych w rejonie węzłów komunikacyjnych łączących w sobie kilka połączeń wyrobisk korytarzowych.

2. STOSOWANA KONSTRUKCJA OBUDÓW ODGAŁĘZIENI I ROZWIDLEŃ WYROBISK KORYTARZOWYCH

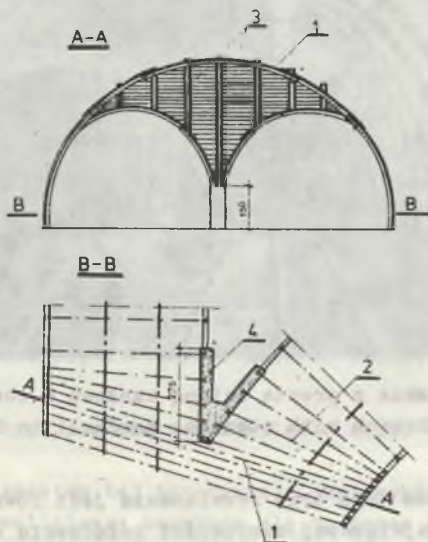
W warunkach dużej głębokości lokalizacji odgałęzień i rozwidleń głównych wyrobisk korytarzowych wykonuje się je praktycznie w obudowach stalowych odrzwiowych, które niekiedy są dodatkowo wzmacniane przez kotwienie skał górotworu lub za pomocą betonu natryskowego.

Zasadniczym elementem determinującym rozwiązanie konstrukcyjne obudowy odgałęzienia czy rozwidlenia jest kształt ściany czołowej połączenia. Ze względu na fakt, iż ściana czołowa wraz z konstrukcją naroża pracuje w maksymalnym stanie wyężenia (duża wysokość i szerokość wyrobiska), kształt i rozwiązanie konstrukcyjne tego elementu mają zasadnicze znaczenie dla pracy całej obudowy połączenia. W znacznym stopniu zależy od tego również rozmieszczenie odrzwi na całej długości połączenia, jak też i w chodnikach wlotowych.

Wśród szeregu stosowanych rozwiązań obudów ścian czołowych połączeń wyrobisk korytarzowych można wyróżnić:

1^o Odgałęzienie lub rozwidlenie w obudowie stalowej z prostą ścianą czołową

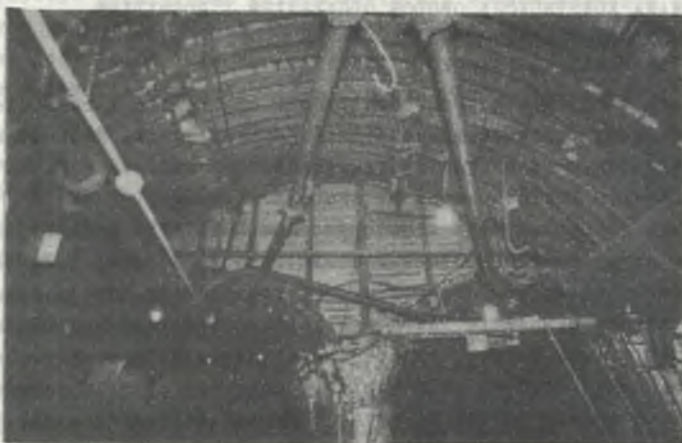
Konstrukcję tego typu obudowy odgałęzienia w obudowie stalowej obrazuje rys. 1. Widok odgałęzienia z zamurowaną ścianą czołową naroża przedstawia rys. 2 i 3.



Rys. 1. Połączenia wyrobisk korytarzowych z prostą ścianą czołową
1 - największe odrzwia połączenia, 2 - odrzwia obudowy chodników wlotowych, 3 - obudowa ściany czołowej, 4 - beton wiążący łuki naroża

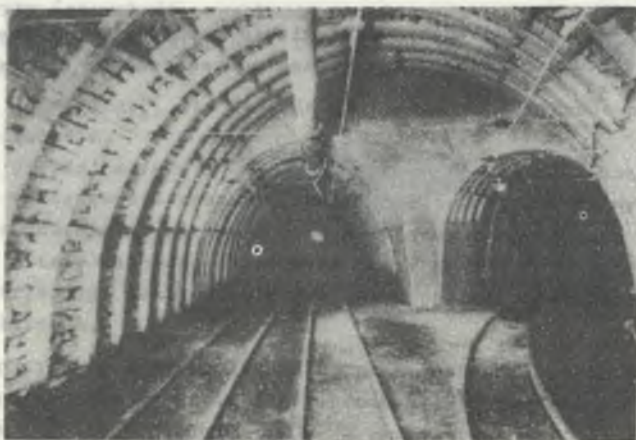
Fig. 1. Joints of headings with straight headwall

1 - the highest door frame of the joint, 2 - door frames of entry heading lining, 3 - lining of headwall, 4 - concrete joining corner arches



Rys. 2. Widok odgałęzienia z prostą ścianą czołową zabudowaną dźwigarami stalowymi i okładzinami żelbetowymi

Fig. 2. View of a branch with straight headwall built by steel girders and reinforced concrete facing



Rys. 3. Widok odgałęzienia z prostą ścianą czołową w obudowie murowej [4]

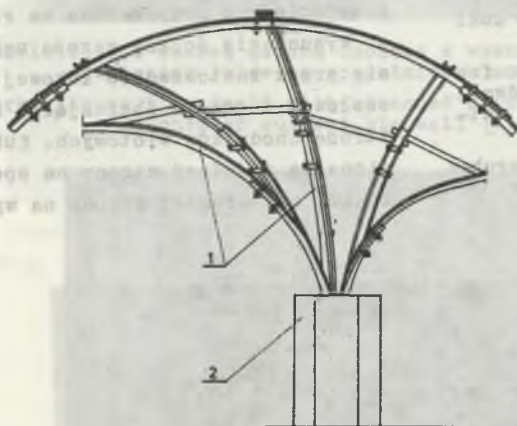
Fig. 3. View of a branch with straight headwall in brick lining [4]

Zasadniczym elementem tego typu rozwiązania jest równoległe usytuowanie odrzwi obudowy w największej szerokości połączenia do ściany czołowej, która jest wykształcona w postaci płaszczyzny pionowej o wysokości równej maksymalnej wysokości połączenia. Wysokość maksymalną połączenia determinują wymiary chodników wlotowych. Naroże połączenia ma niewielką szerokość, a odrzwa chodników wlotowych w narożu są usytuowane wachlarzowo, rozszerzając się w głąb połączenia. W trudnych warunkach górniczo-

-geologicznych na dużej głębokości odgałęzienia z narożem zabezpieczonym prostą ścianą czołową doznają znacznych deformacji. Koncentracja naprężeń w narożu oraz wzdłuż chodników wlotowych prowadzi do silnego przemieszczenia skał górotworu do wyrobisk, przez co naroże przesuwa się do wyrobiska o znaczną wielkość dochodzącą do 1,5-2 m. Do wad rozwiązania konstrukcji odgałęzienia lub rozwidlenia z prostą ścianą czołową należy zaliczyć dużą szerokość odrzwi w miejscu naroża, wachlarzowe rozmieszczenie obudowy chodników wlotowych, która nie przeciwstawia się przemieszczeniu skał.

2° Odgałęzienia lub rozwidlenia w obudowie stalowej z tzw. palmowym układem łuków ściany czołowej

Konstrukcję ściany czołowej wykształconej z łuków w układzie tzw. palmowy przedstawiają rys. 4 i 5.



Rys. 4. Układ łuków ściany czołowej z łukami ustawionymi w tzw. "palmę"
1 - łuki stalowe, 2 - naroże z betonu, 3 - okładziny

Fig. 4. Arrangement of headwall arches with arches arranged in so called "palm"
1 - steel arches, 2 - corner made of concrete, 3 - facings

Rozwiązanie tego typu pozwala na uniknięcie kilku wad rozwiązania poprzedniego.

Zasadniczym elementem tej konstrukcji jest wykształcenie ściany czołowej w sposób krzywoliniowy; uzyskuje się to przez zrezygnowanie z kilku (2 do 3) odrzwi najszerszych i połączenie w ten sposób odsuniętych odrzwi z narożem za pomocą łuków ułożonych jak na rys. 4. Dzięki tej konstrukcji możliwe jest zmniejszenie wysokości odrzwi najszerszych, a także ustawienie odrzwi w chodnikach wlotowych prostopadle do ich ociosów.



Rys. 5. Rozmieszczenie drzwi przy zabezpieczeniu ściany czołowej łukami ustawionymi w tzw. "palmę"

1 - łuki palmy, 2 - łuki drzwi najszerszych, 3 - łuki chodnika wlotowego

Fig. 5. Situation of door frames at Protection of headwall by arches arranged in so called "palm"

1 - arches of palm, 2 - arches of the widest door frames, 3 - arches of entry heading

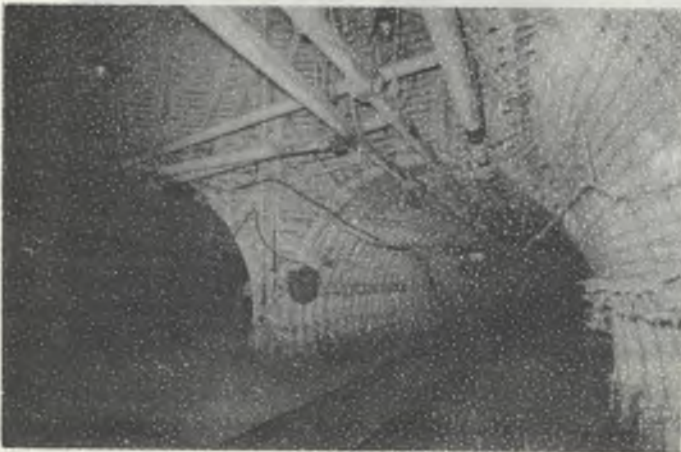
Konstrukcja palmowa ściany czołowej odgałęzienia nie usuwa podstawowej wady, jaką jest brak obudowy naroża przeciwstawiającej się jego przemieszczaniu - w głąb połączenia.

Widok odgałęzienia z palmowym układem łuków w ścianie czołowej przedstawiono na rys. 6.

3° Odgałęzienie lub rozwidlenie w obudowie stalowej z łukową ścianą czołową i wysuniętym narożem połączenia

Konstrukcję rozwiązania odgałęzienia przedstawiono przykładowo na rys. 7 i 8.

Wysunięcie ściany naroża uzyskuje się przez zastosowanie łukowej ściany czołowej łagodnie obniżającej się w stronę chodników wlotowych. Łuki posadzone są z jednej strony na spodku wyrobiska, a z drugiej strony na wysuniętej



Rys. 6. Widok odgałęzienia z palmowym układem łuków w ścianie czołowej bez stosowania betonowania naroża

Fig. 6. View of the branch with palm arrangement of arches in headwall without placing concrete on the corner



Rys. 7. Rozwidlenie z łukową ścianą czołową z wysuniętym narożem i posadowieniem łuków na upodatnionym murze [4]

Fig. 7. Fork with arch headwall with advanced corner with placing the arches on susceptible wall [4]

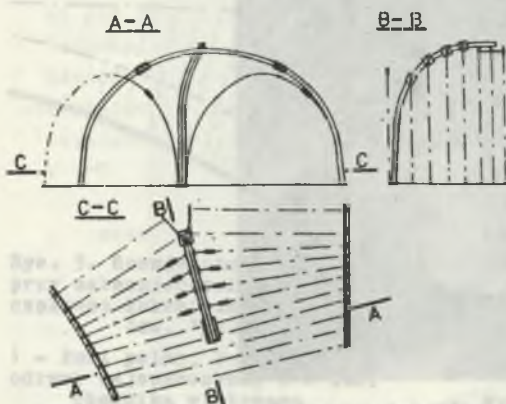


Rys. 8. Odgałęzienie z łukową ścianą czołową z wysuniętym narożem i posadowieniem łuków na pełnym stosie drewnianym [4]

Fig. 8. Branch with arch headwall with advanced corner with placing the arches on full wooden crib [4]

konstrukcji naroża wykonanej ze sztywnego muru lub z upodatnionego w stropie i spągu drewnianego stosu ułożonego na sztywnym murze. Powyższe rozwiązanie pozwala wyeliminować znaczną ilość odrzwi o największym przekroju oraz wytworzyć korzystny kształt łukowej ściany czołowej szczególnie przydatny dla kopalń silnie metanowych.

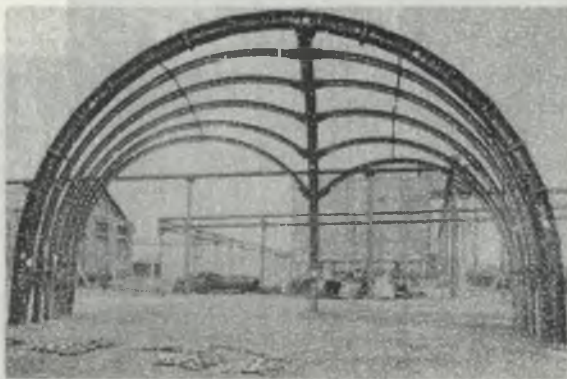
4° Odgałęzienie lub rozwidlenie w obudowie stalowej z łukową ścianą czołową i łukowym dźwiagarem środkowym



Rys. 9. Konstrukcja odgałęzienia z łukową ścianą czołową i łukowym dźwiagarem czołowym [4]

Fig. 9. Structure of the branch with arch headwall and arch head girder [4]

Rozwiązanie konstrukcji połączenia wyrobiska korytarzowego według wyżej podanej konstrukcji jest bardzo zbliżone do rozwiązania poprzedniego. Łuki ściany czołowej o kształcie krzywoliniowym są posadowione na spodzie wyrobiska z jednej strony, a z drugiej strony wsparte o łukowy dźwigar stalowy posadowiony w miejscu naroża oraz do ramy stalowej lub wzmocnionych drzwi wyrobiska głównego. Rozwiązanie konstrukcji obrazuje rys. 9, a widok zmontowanego odgałęzienia na powierzchni przedstawia rys. 10.



Rys. 10. Widok łukowej ściany czołowej odgałęzienia skonstruowanej za pomocą łukowego dźwigara czołowego i dźwigara łukowego wykonanego w płaszczyźnie drzwi

Fig. 10. View of arch headwall of the branch constructed by means of arch head girder and arch girder made in door frame plane

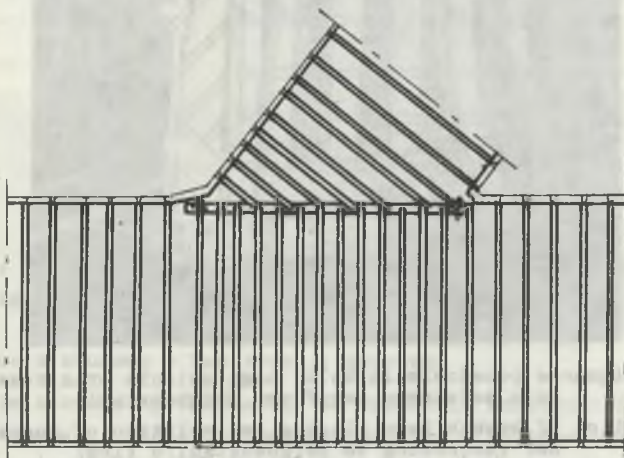
5° Odgałęzienie belkowe z łukowymi lub prostymi łukami stropowymi

Belki stalowe wykonane z profili dwuteowych lub z blachownic stanowią podparcie dla drzwi obudowy w miejscu wyrobiska odgałęziającego się. Podparcie belek stanowią mury żelbetowe, rury stalowe wypełnione betonem lub stojaki cierne. Strop w przestrzeni odgałęzienia może być wykształcony

jako strop łukowy lub płaski. Wysokość tak wykonanego odgałęzienia jest niewiele większa od wysokości chodników wlotowych. Strop wzmacnia belka stalowa, którą ustawia się w miejscu odgałęzienia się wyrobiska (rys. 11). Belka ta obciążona jest znacznymi siłami (duży moment zginający i siły normalne w podporach) związanymi z jej długością.



Rys. 11. Odgałęzienie belkowe z posadowieniem belki na rurach stalowych
Fig. 11. Beam branch with placing the beam on steel pipes

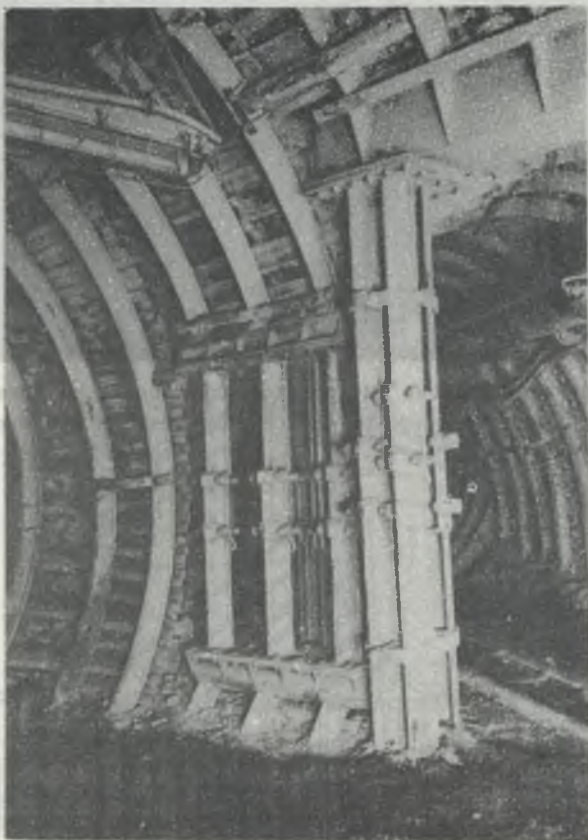


Rys. 12. Konstrukcja odgałęzienia belkowego z dwustronnym posadowieniem łuków na belce stalowej

Fig. 12. Structure of beam branch with two-sided placing the arches on steel beam

Odgałęzienie belkowe może być rozwiązane z jednostronnym lub dwustronnym osadzeniem łuków na belce (rys. 12). Istotnym elementem tak rozwiązanych połączeń są słupy podporowe dla belek nośnych. Słupy te najczęściej są wykonywane z rur stalowych wypełnionych betonem lub z kształtowników stalowych.

Interesującym rozwiązaniem słupów podporowych jako konstrukcji podstawnej jest wykonanie ich profili korytkowych, tak jak proponuje to firma "Bergbaustahl" (RFN) - rys. 13.



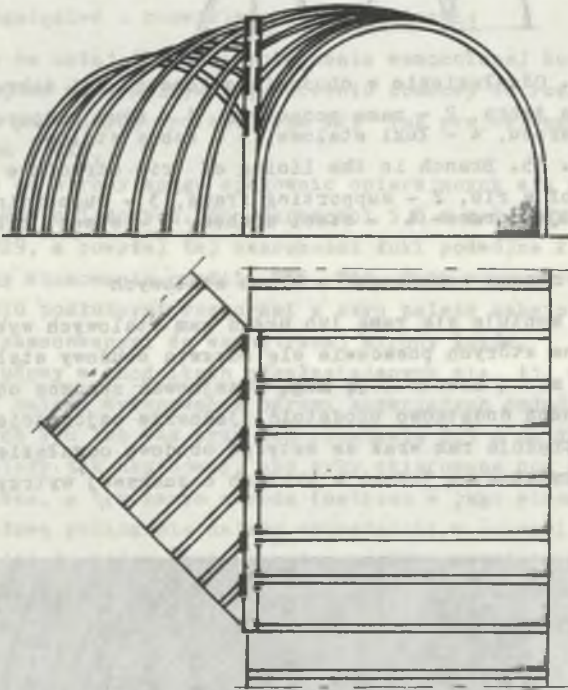
Rys. 13. Rozwiązanie posadowienia belki odgałęzienia oraz rozwiązanie naroża podatnego (wg firmy Bergbaustahl)

Fig. 13. Solution of branch beam placing and solution of susceptible corner (according to Bergbaustahl's firm)

Do wad odgałęzień belkowych należy zaliczyć dużą trudność w ich wykonaniu przy dużych promieniach torów dla wozów ciężkich, gdzie długość belki dochodzi do 10 m. W praktyce mimo wykonywania belek o dużym wskaźniku na zginanie ulegają one pęknięciu lub skręceniu, a słupy rozerwaniu.

6° Odgałęzienie z łukową ramą stalową

Konstrukcja odgałęzienia z łukową ramą stalową montowana w miejscu odgałęzienia się chodnika polega na tym, że łuki zarówno obudowy chodnika głównego, jak i odgałęziającego opierają się o ramę łukową tworząc w efekcie powierzchnię krzywoliniową w stropie wyrobiska. Konstrukcja z łukową ramą stalową jest rozwinięciem konstrukcji odgałęzienia belkowego powodującą likwidację niekorzystnego rozkładu naprężeń występującą w belce prostej zastępując tę belkę ramą wykształconą w postaci łukowej (rys. 14).

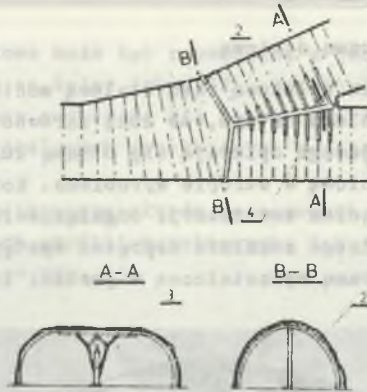


Rys. 14. Konstrukcja odgałęzienia z łukową ramą stalową

Fig. 14. Structure of branch with arch steel frame

7° Odgałęzienie z obudową o konstrukcji żebrowej

Odgałęzienie żebrowe sprowadza się do wykonania konstrukcji żebra stalowego posadowionego z jednej strony na podporze w rejonie naroża, a z drugiej strony na wzmocnionych łukach stalowych. Łuki odrzwi obudowy posadowione są na żebrze stalowym oraz na podporach u spodu (rys. 15).



Rys. 15. Odgałęzienie w obudowie o konstrukcji żebrowej

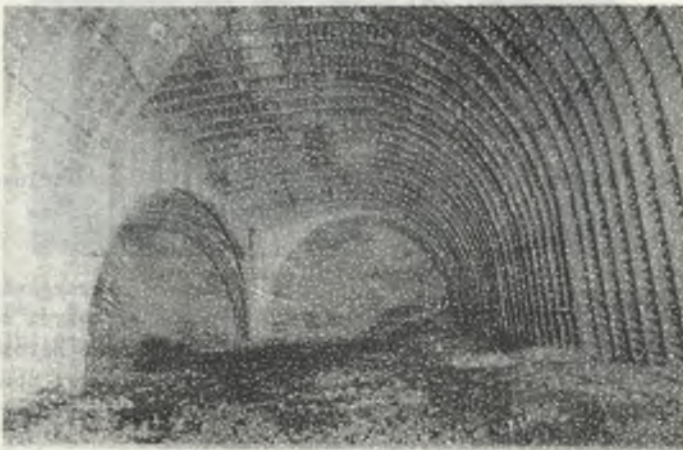
- 1 - konstrukcja żebra, 2 - rama podporowa, 3 - słup podporowy żebra w narożu, 4 - łuki stalowe, 5 - żebra stalowe

Fig. 15. Branch in the lining of rib structure

- 1 - structure of a rib, 2 - supporting frame, 3 - supporting post of a rib on the corner, 4 - steel arches, 5 - steel ribs

B^o Odgałęzienie z ramami wykonanymi z blach stalowych

W odgałęzieniu montuje się ramę lub układ ram stalowych wykonanych z blach stalowych, na których posadawia się odrzwia obudowy stalowej. Ramy ze względu na swą mocną konstrukcję mogą przejmować znaczne obciążenie. Konstrukcję ram można dodatkowo upodatkować, jednakże najczęściej stosowana jest sztywna konstrukcja ram wraz ze sztywną obudową odgałęzienia. Rozwiązania takie przydatne są jednak w skałach o znacznej wytrzymałości (rys. 16).



Rys. 16. Widok odgałęzienia z ramami wykonanymi z blach stalowych

Fig. 16. A branch with frames made of steel sheets

3. ROZWIĄZANIA POŁĄCZEŃ WYROBISK KORYTARZOWYCH W TRUDNYCH WARUNKACH GEOTECHNICZNYCH

3.1. Konstrukcja obudowy połączenia na jego długości

Analiza przyczyn deformacji połączeń wyrobisk korytarzowych wskazuje na potrzebę wprowadzenia szeregu zmian w zakresie kształtu wyrobiska, konstrukcji obudowy oraz technologii wykonania. Zmiany te były przedmiotem szeregu praktycznych zastosowań, które zrealizowano w kopalni "Bogdanka".

Do najistotniejszych zmian, które wprowadzono w stosunku do typowych rozwiązań odgałęzień i rozwidleń, można zaliczyć:

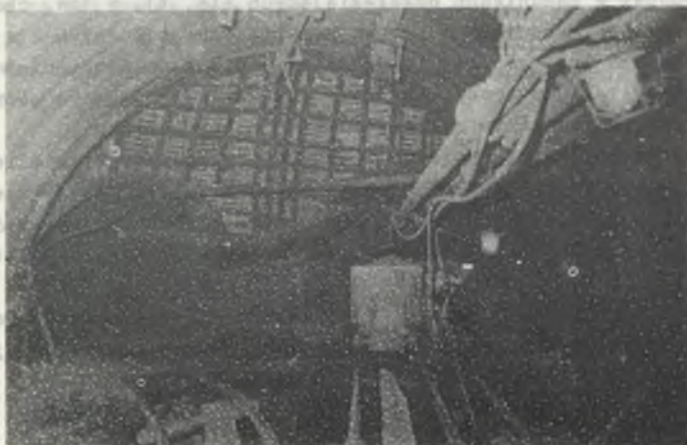
- stosowanie na całej długości połączenia wzmocnionej konstrukcji obudowy polegającej na maksymalnym zagęszczeniu obudowy do rozstawu co 0,3 m i stosowaniu podwójnych profili typu V29 lub projektowanych pojedynczych profili V36 i V44,
- zakładanie od strony spągu spągownic opierających się na prostki mocowane do łuków ociosowych. Do szerokości 5,6 m należy zakładać łuki pojedyncze V29, a powyżej tej szerokości łuki podwójne 2 x V29 lub pojedyncze przy stosowaniu profili V36, V44. Cały spąg wyrobiska po wykonaniu i spięciu podłużnymi rozporami z szyn należy zabetonować z siatkami stalowymi zamocowanymi do wewnętrznej strony łuków,
- odrzwia obudowy w chodnikach odgałęziających się, tj. w tzw. chodnikach wlotowych, należy wykonywać z odrzwi zamkniętych podwójnych 2 x V29 lub pojedynczych V36 lub V44 przy ich rozstawie 0,3 m na długości 5 m. Odrzwia należy tak usytuować, aby były skierowane pod kątem ostrym do osi wyrobiska, a tym samym naroża (patrzac w jego stronę),
- ścianę czołową połączenia należy wykształcić w postaci krzywoliniowej czaszy kulistej, która powinna opierać się o ostatnie największe odrzwia obudowy. Czaszowe zakończenie ściany czołowej powinno ograniczyć przemieszczenie naroża, jak i ociosu skalnego powyżej chodników wlotowych do wyrobiska,
- na całej długości połączenia należy stosować podłużne podciągi stalowe z szyn (ryszpy) w ilości dwie ryszpy na jeden łuk przy wzajemnej odległości 2,0 - 3,0 m, łączone z łukami śrubami hakowymi,
- w części stropowo-ociosowej obudowy nie należy wykonywać betonu natryskowego,
- w miejscu największej szerokości odrzwi obudowę należy wzmocnić podciągami rozpartymi rurami stalowymi.

Istotnym nowym elementem rozwiązania jest zastosowanie czaszowego kształtu ściany czołowej połączenia, które pozwala, obok zwiększenia nośności, wykształcić korzystny rozkład naprężenia oraz zapewnić bezpieczne warunki pracy załogi w fazie wykonywania. Widok odgałęzienia R11 w czasie poszczególnych faz jego realizacji przedstawiono na rys. 17 i 18.



Rys. 17. Widok odgałęzienia R11 w fazie wykonywania wyrobiska głównego rozszerzającego się z widocznym ugięciem pokładu węgla nad chodnikiem głównym

Fig. 17. View of branch R11 during making the main heading with its widening, with visible coal bed deflection over main entry



Rys. 18. Widok odgałęzienia R11 w fazie zamykania spągu po wykonaniu górnej części wyrobiska

Fig. 18. View of branch R11 during closing the floor after making the upper part of heading

Przedstawione powyżej zalecenia dla konstrukcji połączenia wyrobisk korytarzowych wyczerpują praktycznie możliwości w przypadku stosowania typowych rozwiązań połączeń.

Istniejące jeszcze do dyspozycji takie możliwości, jak: kotwienie skał górotworu oraz stosowanie betonu natryskowego nie zawsze prowadzą do znacznego zwiększenia podporności obudowy.

W związku z powyższym istnieje konieczność poszukiwania nowych rozwiązań, które sprowadzają się zasadniczo do dwóch kierunków podstawowych:

- stosowanie konstrukcji obudowy na połączeniu wyrobiska korytarzowego, która zapewni pełną stateczność wyrobiska. W zakresie tym mogą być wykorzystane specjalne obudowy wzmocnione, jak np. obudowa stalowo-betonowa z podwójnych drzwi stalowych, ramowe obudowy stalowe z kształowników stalowych (dwuteowników, ceowników łączonych w przekrój skrzynkowy), rur stalowych prostokątnych lub okrągłych,
- zastosowanie specjalnego kształtu konstrukcji połączenia spełniającego następujące funkcje:
 - korzystny rozkład naprężenia w miejscu połączenia wyrobiska minimalizujący naprężenie, a przez to i obciążenia obudowy,
 - umożliwienie wykonania konstrukcji obudowy o wysokich parametrach wytrzymałościowych zbliżonych do wytrzymałości obudowy wykonanej w samodzielnym wyrobisku,
 - ograniczenie wielkości przekroju poprzecznego osłanianej calizny skalnej przy równoczesnym zapewnieniu obudowie dostatecznej możliwości deformacji.

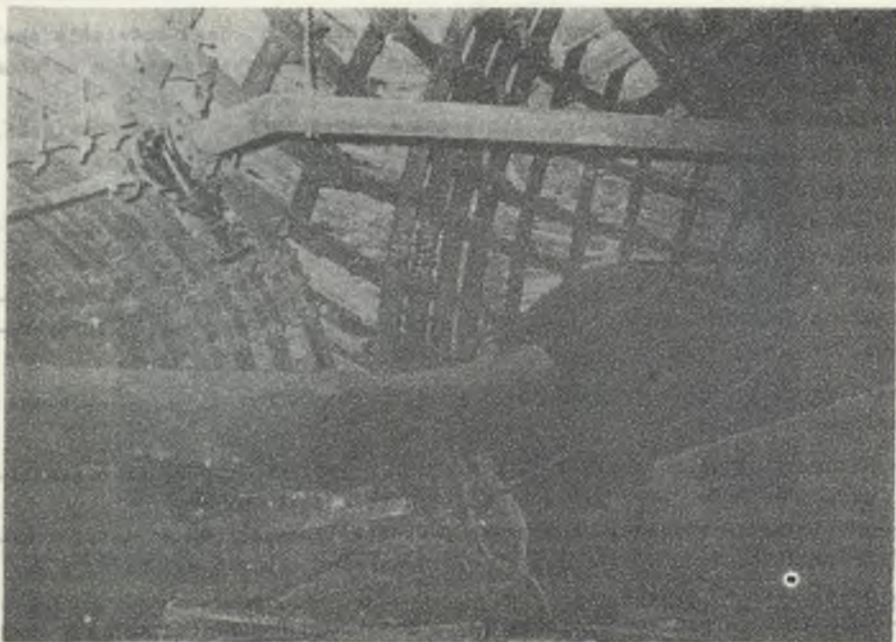
3.1. Konstrukcja ściany czołowej odgałęzienia lub rozwidlenia o kształcie czaszowym

Konstrukcję ściany czołowej odgałęzienia o kształcie czaszowym wykonano praktycznie na kilku odgałęzieniach w kopalni "Bogdanka". Przykładowy widok ściany czołowej na odgałęzieniu R11 przedstawiono na rys. 19.

Dla zwiększenia stateczności odgałęzienia, a w szczególności ograniczenia możliwości jego przemieszczania się do wyrobiska ścianę czołową odgałęzienia rozwiązano w taki sposób, że maksymalnie przesunięto naroże połączenia w stronę calizny tak, by uzyskać jego grubość wynoszącą od 1-1,3 m (rys. 20, 21).

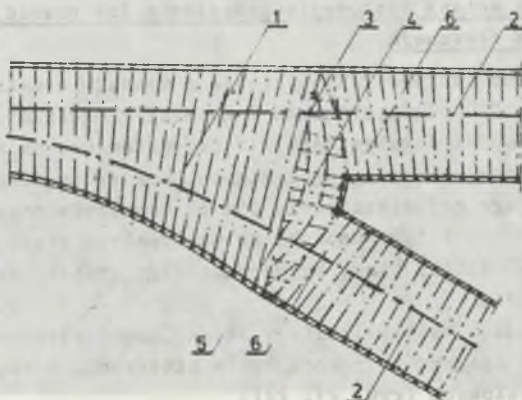
Ścianie czołowej nadano kształt kulisty łącząc część stropowo-ociosową wyrobiska z częścią spągową za pomocą łuków pionowych, a części boczne za pomocą łuków poziomych (rys. 21, 22).

Obudowa wykonana jest z profili korytkowych typu V. Na szerokości naroża są założone cztery łuki pionowe z podwójnych profili V29, które opierają się o największe odrzwia obudowy wyrobiska odgałęziającego się. Pozostała powierzchnia ściany czołowej jest zabezpieczona łukami poziomymi, założonymi za łuki pionowe dodatkowo opierające się swymi końcami o największe odrzwia obudowy oraz łukami pionowymi opierającymi się o odrzwia chodników wlotowych i największe odrzwia chodnika odgałęziającego się (rys. 22).



Rys. 19. Widok ściany czołowej o kształcie czaszy kulistej z układem łuków

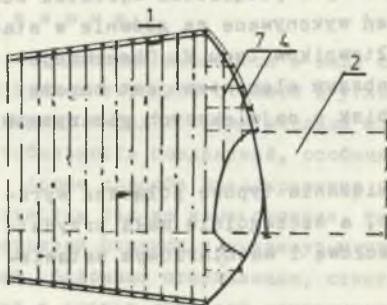
Fig. 19. View of headwall of spherical cap shape with arches arrangement



Rys. 20. Przekrój poziomy przez odgałęzienie z konstrukcją ściany czołowej o kształcie czaszowym

1 - wyrobisko główne, 2 - chodniki wlotowe, 3 - ostatnie największe odrzwia w chodniku głównym, 4 - łuki pionowe w narożu, 5 - łuki poziome, 6 - odrzwia skierowane ukośnie do naroża

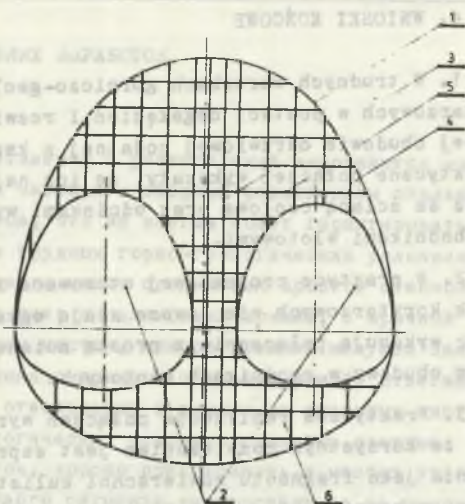
Fig. 20. Horizontal section through the branch with headwall of cap shape
1 - main heading, 2 - entry headings, 3 - last biggest door frames in main entry, 4 - vertical arches in the corner, 5 - horizontal arches, 6 - door frames directed diagonally to the corner



Rys. 21. Przekrój podłużny - pionowy przez odgałęzienie
7 - ruszt stalowy (pozostałe oznaczenia jak na rys. 20)

Fig. 21. Longitudinal - vertical section through the branch

7 - steel grid (other denotations the same as in fig.20)



Rys. 22. Ściana czołowa połączenia

1 - największe odrzwia wyrobiska głównego, 2 - chodniki wlotowe, 3 - łuki pionowe w narożu, 4 - pionowe łuki rusztu stalowego, 5 - poziome łuki rusztu stalowego, 6 - zamknięcie spągu

Fig. 22. Headwall of the joint

1 - the highest door frames of main heading, 2 - entry headings, 3 - vertical arches in the corner, 4 - vertical arches of steel grid, 5 - horizontal arches of steel grid, 6 - closing of the floor

Łuki pionowe łączą się z łukami poziomymi za pomocą śrub hakowych i tworzą stalowy ruszt.

Technologia wykonania ściany czołowej polega na ustawieniu w pierwszej kolejności łuków pionowych naroża, a następnie założeniu łuków poziomych ściany czołowej. W ten sposób uzyskuje się zabezpieczenie ściany czołowej odgałęzienia przed przystąpieniem do wykonywania chodników wlotowych.

Po wykonaniu chodników wlotowych zakłada się łuki pionowe i wykonuje wykładkę kamienną za okładzinami żelbetowymi. Ścianę czołową w spągu wyrobiska wykonuje się po zamknięciu całej obudowy. Istotnym elementem rozwiązania jest założenie ostatnich najszerszych odrzwi obudowy w chodniku odgałęziającym się o dwa odstępy obudowy do tyłu w stosunku do największej szerokości naroża, z których można poprowadzić do niego linie prostopadłe. Takie ułożenie najszerszych odrzwi pozwala uzyskać odpowiednią krzywiznę obudowy oraz założyć odrzwia chodników wlotowych pod kątem ostrym do naroża ograniczając możliwość ich przemieszczenia się do wyrobiska. Przeprowadzone dwuletnie obserwacje zastosowanych rozwiązań odgałęzień z czasową ścianą czołową wykazują pełną jej przydatność przy zabezpieczaniu stateczności połączeń wyrobisk korytarzowych.

4. WNIOSKI KOŃCOWE

1. W trudnych warunkach górniczo-geologicznych połączenia wyrobisk korytarzowych w postaci odgałęzień i rozwidleń wykonywane są głównie w stalowej obudowie odrzwiowej podatnej z kształtowników typu V. Obserwacje praktyczne połączeń wykazały, że ich najsłabszym elementem jest naroże wraz ze ścianą czołową oraz odcinkami wyrobisk o największych gabarytach i chodnikami wlotowymi.

2. W praktyce projektowej stosowane rozwiązania typowe połączeń wyrobisk korytarzowych nie zawsze zdają egzamin, a szczególnie małą przydatność wykazują połączenia z prostą ścianą czołową i wachlarzowym ustawieniem obudowy w chodnikach wlotowych.

3. Praktyczna realizacja połączeń wyrobisk korytarzowych w LZW wykazała, że korzystnym rozwiązaniem jest zaprojektowanie ściany czołowej połączenia jako fragmentu powierzchni kulistej z rusztowym układem łuków w pełni zabezpieczających całą ścianę czołową. Zastosowana zwiększona szerokość naroża zabezpieczona łukami pionowymi rozpartymi w stropie i spągu na odrzwiach najszerszych oraz zabezpieczenie ściany połączenia nad chodnikami wlotowymi łukami poziomymi zapewnia tej konstrukcji dużą wytrzymałość na obciążenia poziome. Rozwiązanie umożliwiło założenie odrzwi chodników wlotowych pod kątem ostrym w stosunku do naroża przeciwstawiając się jego przemieszczeniom.

Rozwiązanie obudowy posiada przy tym określoną podatność niezbędną do wyrównania obciążenia działającego na obudowę.

LITERATURA

- [1] Chudek M.: Budownictwo podziemne kopalń. Cz. 1. Obudowa wyrobisk korytarzowych, komorowych i ich połączeń. Skrypt Politechniki Śląskiej nr 1046, Gliwice 1982.
- [2] Chudek M., Głuch P., Szczepaniak Z.: Projektowanie i wykonywanie wyrobisk komorowych. Skrypt Politechniki Śląskiej nr 1299, Gliwice 1987.
- [3] Głuch P., Limburski T.: Przykłady utrzymania stateczności połączeń wyrobisk korytarzowych. Budownictwo Węglowe. Projekty-Problemy Nr 5 1987.
- [4] Stahl R.: Der Ausbau von Streckenverzweigungen. Gluckauf. Maj 1967.
- [5] Wojtusiak A.: Żebrowa, stalowa obudowa połączenia wyrobisk korytarzowych. Materiały Konferencyjne. 1975.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Józef Małoszewski

Wpłynęło do Redakcji w lutym 1987 r.

КРЕПЬ ТОРЦЕВЫХ СТЕНОК СОЕДИНЕНИЯ УЗКИХ ВЫРАБОТОК

Резюме

Соединения выработок в виде ответвлений и разветвлений выполняются часто с прямой торцевой стенкой в угловой части и с веерным размещением стальных дверных окладов крепи входных штреков, что не всегда может гарантировать стабильность соединений, особенно в трудных горно-геологических условиях.

Кроме способа предохранения углового места соединения простой стенкой, известны так же иные решения, такие как: с пальмовыми арками, с арочной торцевой стенкой и выдвинутым угловым местом, или со средней несущей балкой, балочные ответвления, ответвления с арочной стальной рамой, ответвления с крепью ребровой конструкции, ответвления с рамами из стальных листов.

Применяемые в трудных горно-геологических условиях стальные дверные оклады для соединений узких выработок, хорошо предохранить в местах углов с помощью арок в форме сектора шарового сегмента распростёртого на самых больших дверных окладах. Арки чаще вертикальные и горизонтальные составляют стальную решетку, которая переносит большие нагрузки от деформирующихся скал в угловых местах соединения.

Запроектированное решение соединения позволяет направить крепь входных штреков в направлении отстрого угла к оси углового места, противопоставляя одновременно её перемещению к выработке.

HEADWALL LINING OF DOG HEADING JOINTS

Summary

Dog heading joints in the form of branches and forks usually with a straight headwall in the place of a corner and with a fan-shaped steel door frame of entry heading cannot always provide stability of joints, particularly in difficult mining-geological conditions. Besides the protection of joint corner by a straight wall, there are known other solutions, e.g. with a palm system of arches, with an arch headwall and advanced corner or middle girder, beam branches, branches with arch steel frame, branches with lining of ribbing structure, branches with frames made of steel sheet.

Used in difficult mining-geological conditions the steel door frame linings of dog heading joints should be protected at the corner by arches being in the form of a sector of spherical cap supported on the biggest door frames. Arches of the cap, vertical and horizontal, make a steel grid carrying big loads from being deformed rocks in the joint corner.

The designed solution of the joint allows for directing entry heading lining to the sharp direction in relation to the corner side wall opposing additionally its displacement to the heading.