

Manfred SCHERSCHEL  
Fachhochschule Bergbau  
Bochum

KIEROWANIE STROPEM PRZY WYBIERANIU POKŁADÓW  
SILNIE NACHYLONYCH I STROMYCH  
W GÓRNICTWIE ZACHODNIONIEMIECKIM

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono warunki naturalne i technologiczne wpływające na dobór sposobu kierowania stropem w pokładach silnie nachylonych i stromych. Jak wiadomo, dla pokładów poziomych i o małym nachyleniu wypracowano takie systemy wybierania, łącznie z ich mechanizacją i automatyzacją, które gwarantują maksymalne bezpieczeństwo pracy, dużą wydajność i stosunkowo czyste wybieranie złoża. Dla pokładów silnie nachylonych i stromych znacznie trudniej jest wypracować taką technologię, stąd też nie do rzadkości należy stosowanie jeszcze systemów zabierkowych czy schodowo-spągowych z zawalem stropu. Próby przeniesienia sposobów kierowania stropem i techniki wybierania z pokładów poziomych do pokładów stromych kończą się dotychczas niepowodzeniami.

Dla określonych warunków geologiczno-górnicznych w omawianych pokładach udało się w ostatnich latach opracować kilka nowych zmechanizowanych systemów wybierania.

W referacie podano przykłady takich rozwiązań zastosowanych w górnictwie zachodnoniemieckim, ze szczególnym omówieniem rozwiązań technicznych. W związku z rozpowszechnionym zastosowaniem podsadzki wybierania pokładów stromych i silnie nachylonych zacytowano także podstawowe zależności na wyznaczenie obciążeń statycznych tam podsadzkowych i obudowy materiałem wypełniającym zroby.

## 1. WSTĘP

Wydobycie węgla kamiennego w świecie wykazuje nadal tendencję wzrostową, chociaż przyrost wydobywania w krajach wysoko rozwiniętych Europy Zachodniej gwałtownie spada. Węgiel kamienny będzie także w przyszłości podstawowym surowcem energetycznym i chemicznym. Jest to wynikiem jego bogatych zasobów i braków surowca ekwiwalentnego. Zmieniają się jednak w krajach wysoko uprzemysłowionych kryteria dotyczące jakości węgla, które dotychczas sprowadzały się w zasadzie do oceny własności koksujących. Aktualnie coraz częściej mówi się o zawartości siarki, wartości opałowej, własnościach spiekających itd. Węgłe wysokowartościowe zalegają najczęściej w trudnych warunkach geologicznych, a zwłaszcza w pokładach silnie nachylonych i stromych. Z drugiej strony przed górnictwem coraz ostreż stawia się problem maksymalnego wykorzystania udogotnowionych zasobów i ogranicza się prawo do sięgania po nowe zasoby, zwłaszcza zalegające na dużych głębokościach. Niestety, udogotnowione a nie wybrane partie

złoża to głównie pokłady zalegające w filtrach ochronnych i w skomplikowanych warunkach tektonicznych oraz pokłady o małej miąższości, silnie nachylone bądź strome. W RFN jednym z naczelnych zadań rozwojowych jest opracowanie technologii wydobycia węgla z takich już udostępnionych pokładów. Niezależnie od czysto technicznych i ekonomicznych kryteriów sformułowanych tej technologii naznaczono jej także ograniczenie społeczne, a mianowicie jak najmniejsze zaangażowanie siły fizycznej człowieka (tzw. humanizacja miejsca pracy i maksymalne wykorzystanie bogactw naturalnych).

Nie można udostępnionych zasobów pozostawiać w górotworze, gdyż powstające szkody górnicze w większości co najmniej utrudniają ich późniejsze wybieranie. Technologia taka nie jest łatwa do wypracowania choćby z tego względu, że maszyny i urządzenia stosowane w górnictwie są w większości bardzo sztywnymi zestawami, które nie posiadają cech dopasowywania się do zmiennych warunków występujących w pokładach silnie nachylonych i stromych.

## 2. SPECYFIKA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-GÓRNICZYCH PRZY EKSPLOATACJI POKŁADÓW SILNIE NACHYLONYCH I STROMYCH

W pokładach poziomych i o małym nachyleniu, jak wiadomo, wypracowano takie systemy wybierania łącznie z ich mechanizacją, a nawet już automatyzację, które gwarantują maksymalne bezpieczeństwo pracy, dużą wydajność i stosunkowo czyste wybieranie złoża [1]. Dla pokładów silnie nachylonych i stromych znacznie trudniej jest wypracować taką technologię, stąd też nie do rzadkości należy jeszcze system zabierkowy czy schodospągowy z zawałem stropu. Próby przeniesienia sposobów kierowania stropem i techniki wybierania z pokładów poziomych kończyły się dotychczas niepowodzeniami. Górnictwo nie wykazywało także zainteresowania mechanizacją wybierania tych pokładów. Przyczyny takiej sytuacji są następujące:

- W pokładach o małym nachyleniu ręczne urabianie i załadunek urobku są uciążliwe, zaś w pokładach stromych czynności te są znacznie ułatwione, załadunek i transport są wręcz samoczynne.
- Stosowanie maszyn urabiających i obudowy w pokładach stromych i silnie nachylonych stwarza ich trudności eksploatacyjne ze względu na spożywanie, a nawet niekontrolowane ześlizgi.
- W tym zakresie nachylenia pokładów częściej występują wcześniej nie wykryte zaburzenia, które wymagają przejścia ze względu na założone wybiegi.
- Częste zmiany nachylenia, grubości i wypady skał stropowych ograniczają znacznie mechanizację niż w pokładach poziomych, gdyż na przykład poniżej stropu opadającego, czy ościosu węglowego przebywanie maszyn i urządzeń jest często wręcz niemożliwe.

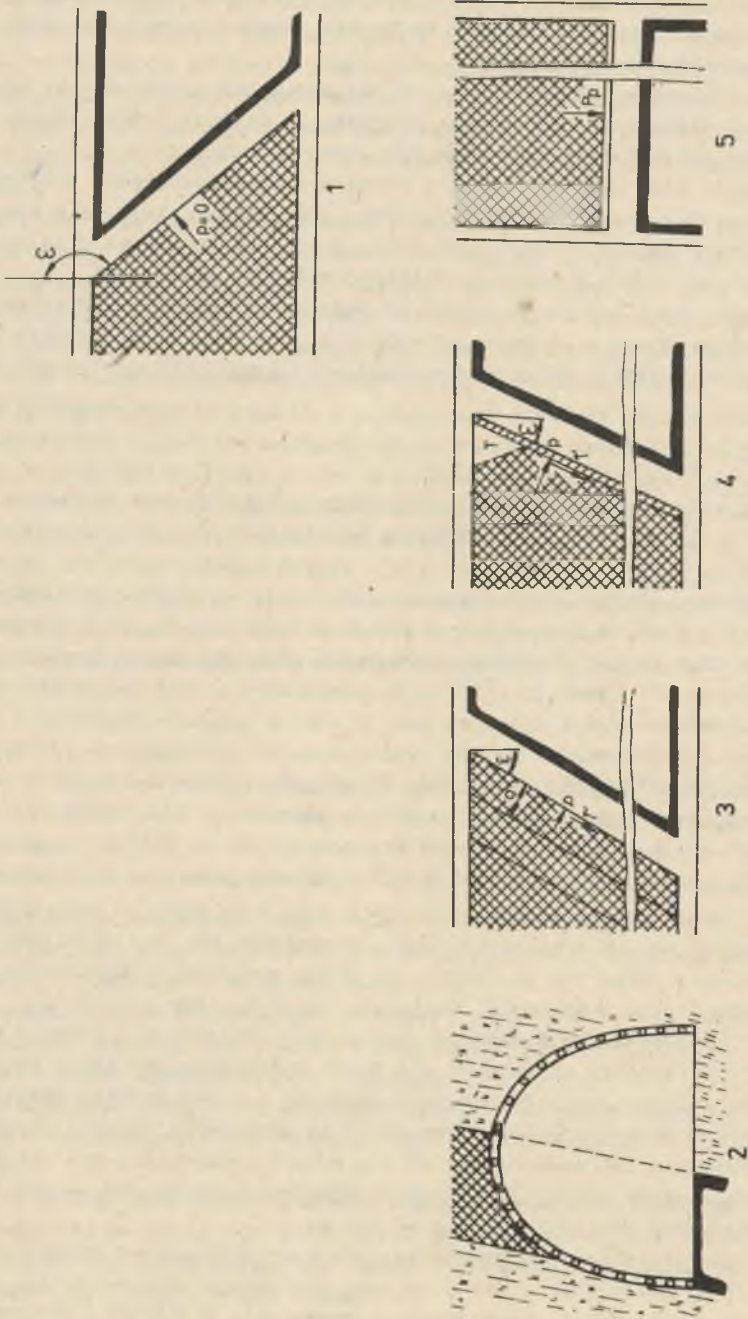
- Stosowanie eksploatacji z zawałem stropu, poza specjalnym układem frontu wybierania, jest ze względów na bezpieczeństwo załogi i maszyn, zakazane przepisami niemieckimi.
- Występuje poważne niebezpieczeństwo obeyspania czy wręcz wdarcia się węгля lub podsadzki do przestrzeni roboczej. Z drugiej jednak strony eksploatacja pokładów stromych jest ułatwiona ze względu na:
  - działanie siły ciężkości, która pozwala na wyeliminowanie urządzeń ładujących i transportujących urobek, gdyż węgiel stacza się samoczynnie po spągu, skałach podsadzki czy ociosie węglowym w zależności od nachylenia pokładu i usytuowania frontu wybierania,
  - mniejsze niż w pokładach poziomych składowe naprężenia pierwotnych i eksploatacyjnych w kierunku przestrzeni roboczej, co w praktyce oznacza korzystniejsze warunki dla opanowania oddziaływań górotworu.

W związku z tym, że prace teoretyczne i pomiary laboratoryjne dotyczące ciśnień w górotworze wokół wyrobiska eksploatacyjnego i oddziaływania podsadzki na tamy, przystawki obudowy i zmiany rozkładu naprężeń w górotworze zostały szczegółowo omówione w wielu publikacjach zachodniemieckich, a nawet zostały sformułowane określone wytyczne do projektowania eksploatacji w tych pokładach już w latach sześćdziesiątych, podano tylko podstawowe zależności obliczeniowe. W moim referacie chcę głównie przedstawić stronę techniczną, a mianowicie konkretne rozwiązania stosowane bądź proponowane do kierowania stropem przy eksploatacji pokładów stromych.

### 3. OKREŚLENIE DZIAŁANIA MATERIAŁU PODSADZKOWEGO NA TAMY I OBUDOWĘ

W pokładach nachylonych powyżej  $40^{\circ}$  skały zawałowe lub materiał podsadzkowy nie są podtrzymywane przez siły tarcia na spągu i zaczynają się przemieszczać czy to w kierunku zapór, przystawek czy też dodatkowo obciążać obudowę. Stąd też podsadzka lub skały zawałowe, w zależności od usytuowania frontu wybierania, wywierają napór na tamy lub obudowę. Na rys. 1 przedstawiono 5 ogólnych przypadków obciążenia obudowy i ścian. W pierwszym przypadku usytuowuje się front wybierania pod takim kątem, aby był on mniejszy od kąta naturalnego zrypu i wtedy problem obciążeń na tamę można pominąć. Kolejny przypadek to obciążenie obudowy chodnika przez luźny materiał podsadzkowy po wybraniu i podsadzaniu nad nim pokładu. Wysokość słupa materiału podsadzkowego zawieszającego nad wyrobiskiem osiąga zazwyczaj wartości większe od 100 m.

Z 3 przypadkiem mamy do czynienia, gdy tamy podsadzkowe pozostawia się w podsadzanej przestrzeni. Wtedy na tamę oddziałuje słup materiału podsadzkowego o szerokości równej krokowi podsadzki. W kierunku prostym tamę narażona jest na działanie ciśnienia, zaś w kierunku linii tamy na naprężenie styczne.



Rys. 1. Możliwe przypadki obciążenia obudowy lub tam przez materiał podszadzkowy przy wybieraniu pokładów silnie nachylonych,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\rho_0$ ,  $T$  oraz 1, 2, 3, 4, 5 - objaśnienia w tekście referatu

Fig. 1. Possible cases of support loading or by pecking at strongly inclined beds winning,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\rho_0$ ,  $T$  and 1, 2, 3, 4, 5 - explained in the paper

Z 4 przypadkiem ma się do czynienia w wyrobiskach z tamą kroczącą. Wtedy po przemieszczeniu tamy materiał obajpuje się w kierunku wyrobiska, zaś powstająca przy górnym chodniku przestrzeń jest dopełniana materiałem dostarczonym z zewnątrz. W tym przypadku występują dodatkowe dynamiczne obciążenia tamy związane z ruchem materiału podsadzowego.

Ostatni, 5 przypadek, ma miejsce przy wybieraniu pokładów z góry na dół (z upadem) pod obudową osłonową. Wtedy w miarę przesuwania się obudowy przemieszcza się samoczynnie za nią materiał podsadzkowy.

Według wywodów teoretycznych i pomiarów Braunera [3] można wyznaczyć obciążenie obudowy w kierunku upadu  $p_0$  dla przypadku 2 i 5, korzystając ze wzoru:

$$p_0 = \frac{m \gamma}{2 \cos^2 \delta} (1 + \sin^2 \delta) \sin \alpha \operatorname{ctg} \delta + \frac{\pi}{2} \sqrt{\sin(\alpha + \delta) \sin(\alpha - \delta)},$$

gdzie:

$m$  - miąższość pokładu, grubość warstwy podsadzki,

$\gamma$  - ciężar objętościowy materiału podsadzowego,

$\delta$  - kąt tarcia wewnętrznego pomiędzy materiałem podsadzowym i skałami otaczającymi,

$\alpha$  - kąt nachylenia pokładu.

Równanie traci swoją ważność dla  $\alpha < \delta$ ; kiedy materiał utrzymuje się samoczynnie na spęgu.

W przypadku 3 i 4 ma się do czynienia z obciążeniem w układzie 3-wymiarowym. W przybliżeniu naprężenia normalne działające na tamę czy osłonę obudowy można wyznaczyć ze wzoru:

$$p = \frac{a m \gamma \sin^2 \alpha \cos \varepsilon \sin^2(\beta + \delta)}{2 \sin \beta \sin \delta [a \sin \beta \sin(\alpha + \delta) + m \sin \alpha \sin(\beta + \delta)]}$$

gdzie:

$\delta$  - średni kąt tarcia wewnętrznego pomiędzy materiałem podsadzowym, tamami i skałami otaczającymi,

$a$  - krok podsadzki,

$\varepsilon$  - kąt nachylenia tamy (rys. 1),

$\beta = \arccos(\sin \alpha \sin \varepsilon)$ .

Dla przypadku 4 należy  $a$  przyjmować jako równą:

$$a = (5 \div 10)m$$

Przyjmowanie, że na tamę oddziałuje słup o większej szerokości nie ma sensu, gdyż na skutek ciśnienia stropu materiał zostaje sprasowany w odległości  $(5\pm 10)m$  od tamy i podtrzymuje się już pomiędzy płaszczyznami dociskającymi, czyli pomiędzy stropem i spęgiem.

Naprężenie styczne  $\tau$  działające wzdłuż tamy lub osłon obudowy można wyznaczyć ze wzoru:

$$\tau = p \operatorname{tg} \delta,$$

gdzie  $\delta$  oznacza kąt tarcia wewnętrznego pomiędzy materiałem podsadzkowym i tamą podsadzkową.

Dodatkowo w obliczeniach obciążeń obudowy i tam należy uwzględnić wpływ obniżenia stropu. W wyniku działania ciśnienia materiał podsadzkowy zostaje blokowany pomiędzy stropem i spęgiem pokładu i w większości przypadków nie wywołuje dodatkowego obciążenia obudowy. W przypadkach dużej sztywności obudowy mogą wystąpić nieznacznie wyższe obciążenia. Stąd też projektując obudowę lub tamy należy nadać im podatność równą konwergencji stropu.

Aby można było za pomocą wyżej wymienionych zależności prowadzić obliczenia podano w tablicy 1 przybliżone wartości pomierzonych parametrów materiałów podsadzkowych.

Tablica 1

## Własności materiałów podsadzkowych

	Przypadek 2 z rys. 1 wzór 1	Przypadek 3 z rys. 1 wzór 2	Przypadek 4 z rys. 1 wzór 2-3	Przypadek 5 z rys. 1 wzór 1
Ciężar objętościowy [kN/m <sup>3</sup> ]	14-15	14-16	14-16	14-16
Kąt tarcia wewnętrznego [stopień]	38-42	40-42,5	40-42,5	38-42

Dla tych wartości ciężaru objętościowego i kąta tarcia uzyskuje się najlepszą zgodność wyników obliczeń z pomiarami laboratoryjnymi i dołowymi.

## 4. KIEROWANIE STROPEM W POKŁADACH SILNIE NACHYLONYCH I STROMYCH

Przez kierowanie stropem (dosłownie panowaniem nad stropem) rozumie się w zachodnoniemieckiej nauce i technice całokształt problemów związanych z zabezpieczeniem przestrzeni roboczej przed wdarciem się skał stropowych i opanowaniem skał nadległych poza strefę ruchu załogi, czyli poza strefę roboczą.

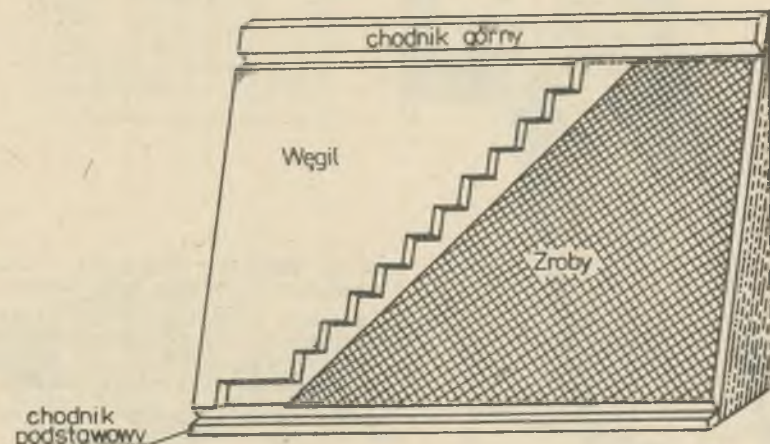
Pojęcie to jest bardzo szerokie i obejmuje cały szereg zagadnień, między innymi możliwość sterowania ciśnienia na ociosie podpornością obudowy i rodzajem podsadzki, a tym samym poprawę urabialności, zagrożenie tępaniami, wypadki skał, wpływ rodzaju podsadzki na deformacje górotworu itd. W ujęciu potocznym i w technice górniczej przez kierowanie stropem rozumie się zabezpieczenie pola roboczego obudową i sposób likwidacji zrobów.

W pokładach silnie nachylonych i stromych ze względu na rodzaj obudowy można wybieranie podzielić na [2]:

- systemy wybierania bez obudowy,
- systemy wybierania z obudową indywidualną,
- systemy wybierania z obudową zmechanizowaną.

Ze względu na sposób likwidacji zrobów w tych pokładach można prowadzić eksploatację:

- z zawalem stropu,
- ze stropem uginającym się, inaczej osiadającym,
- z podsadzką suchą samostaczającą,
- z podsadzką pneumatyczną,
- z podsadzką hydrauliczną.



Rys. 2. System schodowo-stropowy

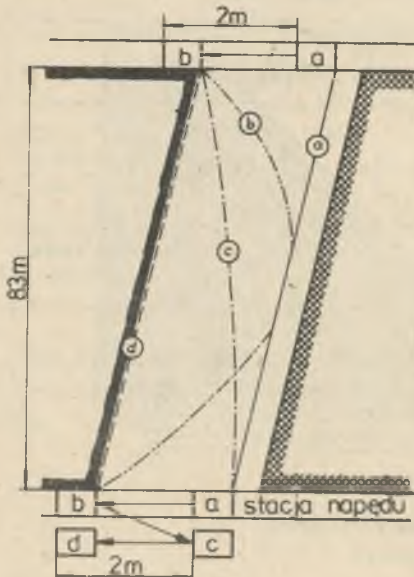
Fig. 2. Stair-roof system

Taj ostatniej górnictwo zachodniemieckie nie stosuje. Jest ona natomiast rozpowszechniona we Francji przy eksploatacji pokładów stromych.

Ogólnie można powiedzieć, że zastosowanie techniki ścianej w pokładach silnie nachylonych nie może gwarantować dużej wydajności, gdyż zarówno instalowanie wysokowydajnych ciężkich maszyn urabiających jest niemożliwe, jak opuszczanie materiału podsadzkiowego w dużych ilościach do otamowanej przestrzeni stwarza niebezpieczeństwo uszkodzenia tam podsadzkiowych. Czoło ściany jest ustawione ukośnie do linii nachylenia i w przypadku urabiania ręcznego dla uzyskania zwiększonej ilości, a równocześnie bezpiecznych stanowisk pracy przyjmuje schodowy kształt (rys. 2).

##### 5. ROZWÓJ SPOSOBÓW KIEROWANIA STROPEM ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM OBUDOWY

W roku 1981 w Zagłębiu Ruhry prowadzono jeszcze 6 ścian w stromych pokładach przy zastosowaniu obudowy indywidualnej i ręcznego urabiania. Taką techniką nie pozwala na uzyskanie wysokiej wydajności wydobywania. W ścianach w pokładach stromych jest utrzymywana jak najmniejsza odległość pomiędzy ociosem i tamą podsadzkiową. Ułatwia to opanowanie stropu w przestrzeni roboczej. Stosując w tych ścianach tradycyjną technikę, nie można było równocześnie prowadzić wybierania i podsadzania. Dopiero wprowadzenie w latach pięćdziesiątych strugotarana do urabiania pozwoliło na zlikwidowanie obudowy w ścianie z nachylonym usytuowaniem frontu. Zasadę pracy tarana w ścianie przedstawiono na rys. 3. Do likwidacji zrobów wyko-



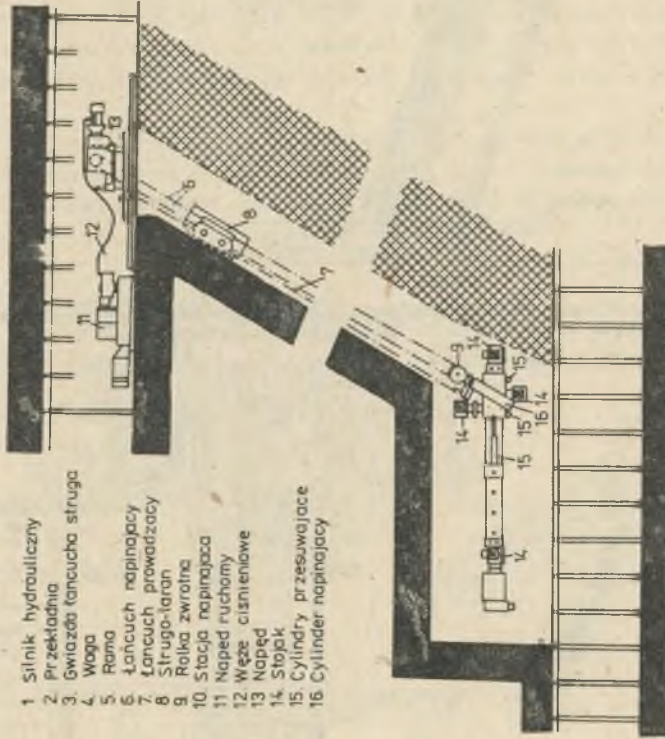
Rys. 3. Schemat urabiania strugotaraniem w ścianie bez obudowy

- a) pozycja wyjściowa frontu ściany,
- b) uzyskanie frontu zakrzywionego,
- c) wyrównywanie frontu, d) pozycja po zakończeniu cyklu urabiania

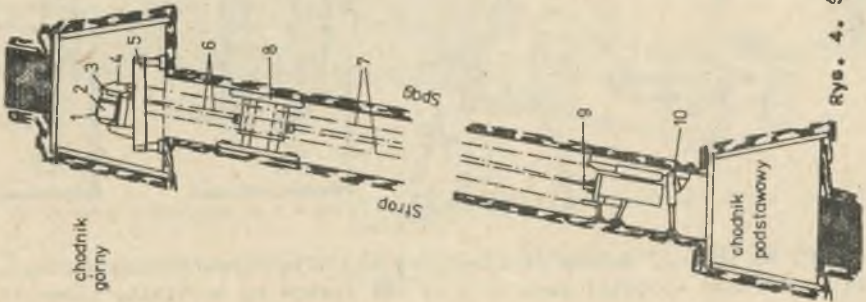
Fig. 3. Winning by means of a plene-ram in the longwall without a support

- a) initial position of longwall front, b) achievement of curved front, c) levelling of the front, d) position after finishing of winning

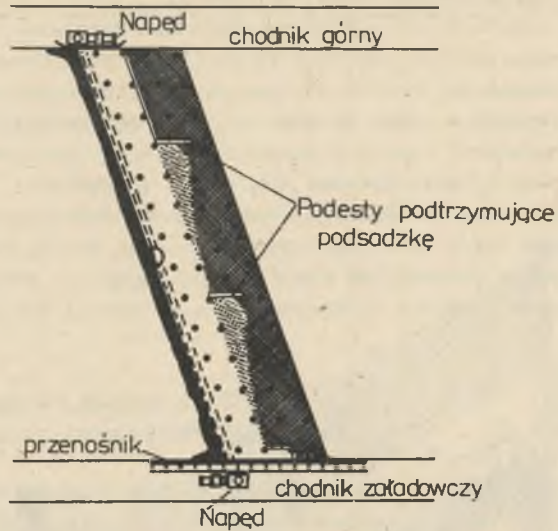




- 1 Silnik hydrauliczny
- 2 Przekładnia
- 3 Gwiazda łańcucha struga
- 4 Waga
- 5 Rama
- 6 Łańcuch napinający
- 7 Łańcuch prowadzący
- 8 Struga-taran
- 9 Rolka zwrotna
- 10 Stacja napinająca
- 11 Napęd ruchomy
- 12 Węzeł ciśnieniowy
- 13 Napęd
- 14 Stojak
- 15 Cylindry przesuwające
- 16 Cylindry napinający

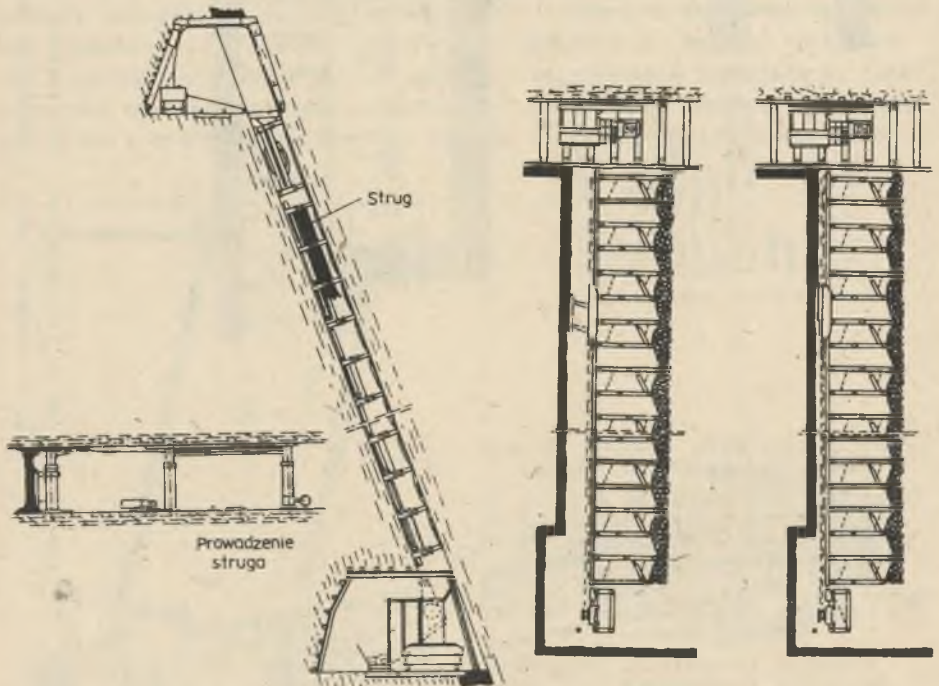


Rys. 4. Ściana ze strugoteranem prowadzonym za pomocą dwóch łańcuchów  
Fig. 4. Longwall with a plane-ram lead by two chains



Rys. 5. Ściana ze strugotaranem przy stosowaniu ukośnego usytuowania czoła ściany w stosunku do chodników przyścianowych

Fig. 5. Longwall with a plane-ram at slant position of longwall front in relation to roads

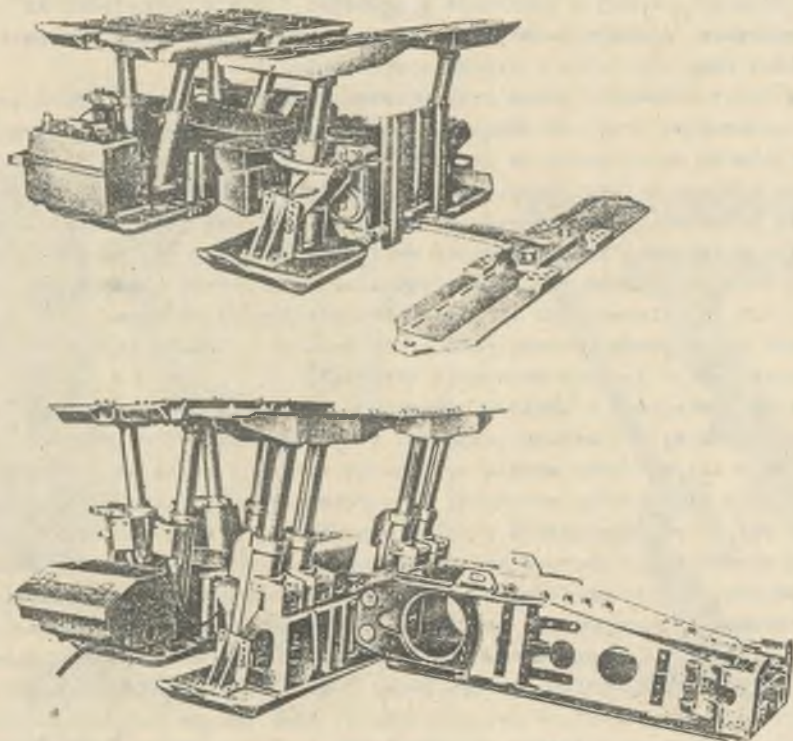


Rys. 6. Schemat ściany strugowej wg projektu firmy Westfalia Lünen

Fig. 6. Plane longwall according to the design by Westfalia Lünen firm

rzystuje się skruszoną skałę płonną z robót dołowych. Rozwiązanie to było stosowane przy nachyleniu do  $55^{\circ}$ . W pokładach o większym nachyleniu zastosowano tylko zmianę prowadzenia tarana, a mianowicie nie za pomocą jednego lecz dwóch łańcuchów, co pozwoliło na zwiększenie siły docisku organu urabiającego do ociosu (rys. 4). W ścianach tych występowały nadal trudności w procesie podeadzenia, pomimo że tamy były usytuowane pod kątem w stosunku do wyrobisk przyścianowych. W niektórych ścianach stosowano także obudowę drewnianą i co dwa pola budowano silną tamę podeadzkową z pomostami, które szczelnie izolują pole robocze od opadających skał (rys. 5). Przy stropach plastycznych stosuje się eksploatację z osiadczeniem etropu na spągu.

Po pozytywnych rezultatach techniki strugowej w pokładach o małym nachyleniu podjęto próby zastosowania strugów w pokładach stromych. Przy stosowaniu tej techniki urabiania wprowadzono do ścian obudowę zmechanizowaną i przesuwaną tamę podeadzkową (rys. 6).



Rys. 7. Stacje kotwiące 6 i 8 stojakowe firmy Westfalia Lünen dla n chylenia  $36^{\circ}$

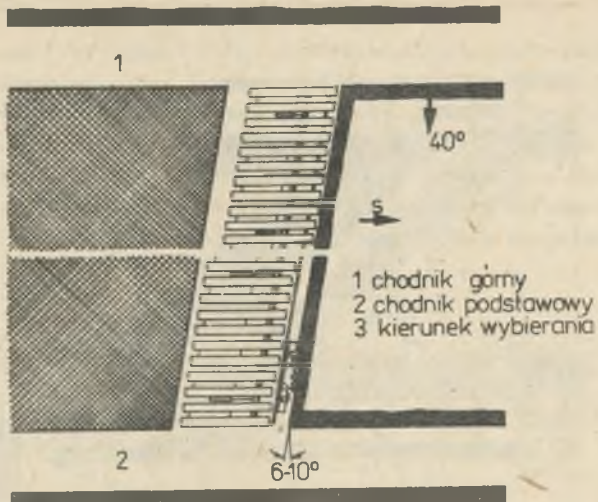
Fig. 7. Anchoring prop stations 6 and 8 by Westfalia Lünen firm for inclination  $36^{\circ}$

W ścianach strugowych o nachyleniu powyżej  $40^\circ$  stosowano także obudowę stalową indywidualną za stacją rozpięrająco-podtrzymującą samokroczącą z 6 lub 8 stojakami w chodniku górnym (rys. 7). W roku 1965 firma Wesfalia-Lünen wprowadziła zmechanizowaną obudowę ramową do ścian o nachyleniu powyżej  $40^\circ$  (rys. 8). Wadę tego rozwiązanie były zawieszające skały z zawału przy ukośnym ustawieniu ściany. Z tego względu od strony zawału obudowa została wyposażona w płyty metalowe, osłony gumowe, stalowe osłony odchylające i żeluchowe odgradzenia. Obudowa przemieszczała się równoległe do chodników.

Technikę urabiania kombajnowego zaczęto stosować w pokładach silnie nachylonych i stromych, korzystając z doświadczeń stosowania wrębiarek. Pierwsze ściany z wrębiarkami (1922 r.) stosowano w ścianach z obudową drewnianą i kasztami. Zawieszająca podsadzka opierała się na tamie o tzw. przebiegu zębatym (rys. 9). Po zastosowaniu różnych rozwiązań z obudową indywidualną w ścianach kombajnowych w pokładach nachylonych firma Klöckner Becorit GmbH podjęła w roku 1963 próbę zastosowania obudowy hydraulicznej ramowej w pokładzie o grubości 1,7 m i nachyleniu  $75^\circ$ . Doświadczenie to przyniosło pełny sukces w zakresie obudowy i podsadzki. Trudności powstały tylko w procesie urabiania.

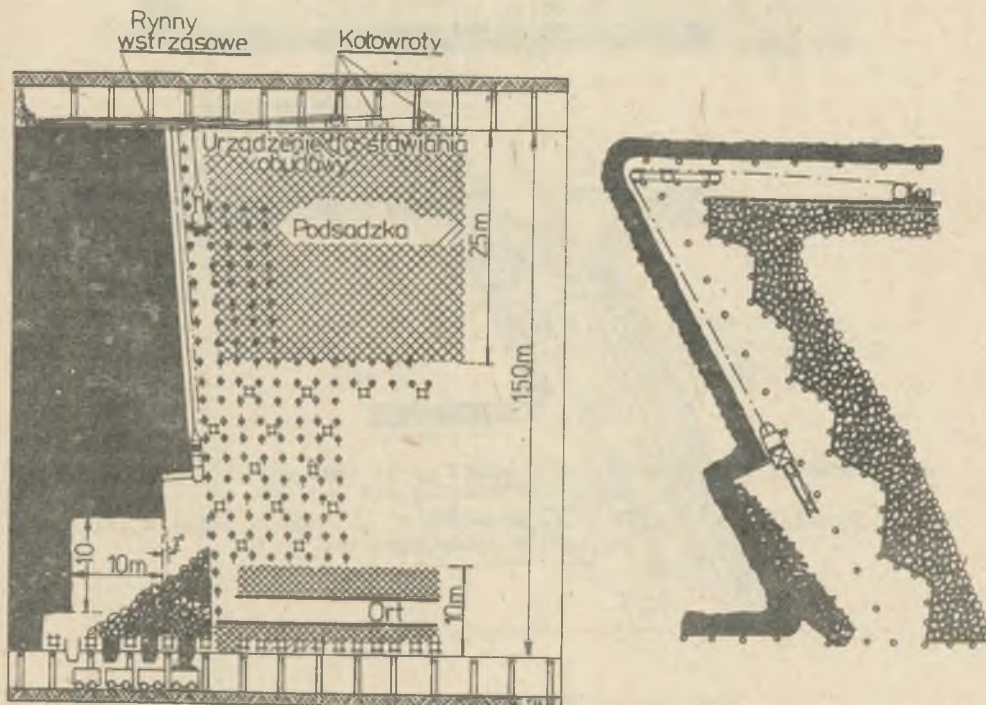
Wrębiarki stosowano także przy ukośnym ustawieniu ociosu (rys. 10). Wtedy podsadzano zroby na długości do 1 m od ociosu węglowego. Po urobieniu wrębiarka pozostawała na górnym chodniku i przystępowano do podsadzania bez budowania tamy, wypując skałę z górnego chodnika. Następnie po skarpie materiału podsadzkiowego opuszczano wrębiarkę do chodnika dolnego. Technika w zakresie zabezpieczenia wyrobisk rozwijała się bardzo szybko i szereg firm zaproponowało kilka oryginalnych rozwiązań obudowy dla pokładów silnie nachylonych lub stromych. Przykładowo firma Hemscheidt wyprodukowała 3-stojakową obudowę ramową dla pokładów o nachyleniu około  $45^\circ$ , następnie zestaw obudowy osłonowej "Trojka".

Ściany kombajnowe w pokładach stromych nie zdały jednak pozytywnego egzaminu i dalej eksperymentowano już tylko ze ścianami strugowymi. Pojawienie się na rynku obudów osłonowych wpłynęło także na wprowadzenie tej obudowy do pokładów stromych. Konstrukcja takiej obudowy różni się od obudów dla ścian w pokładach o małym nachyleniu. Przedstawiony na rys. 11 system wybierania z obudowę osłonową charakteryzuje się ukośnym ustawieniem ociosu. Ściana pracuje bez załogi. Zestaw zmechanizowany składa się z konstrukcji wyposażonej w sekcje osłonowe przesuwane na cylindrach od strony podsadzki i wspierające się na "dużej nodze" na ociosie węglowym. Konstrukcja z połączeniami przegubowymi jest przez podsadzkę ciągną dociągana do ociosu zaraz po przejechaniu struga. Sekcja dolna "wychodzą" ze ściany pod kątem zależnym od nachylenia ściany w stosunku do chodnika dolnego. Zostają wtedy zdemontowane i przenoszone do chodnika górnego i tam ponownie wprowadzana do ściany. Interesującym rozwiązaniem było zastosowanie w pokładzie o nachyleniu około  $53^\circ$  obudowy kasztowej firmy



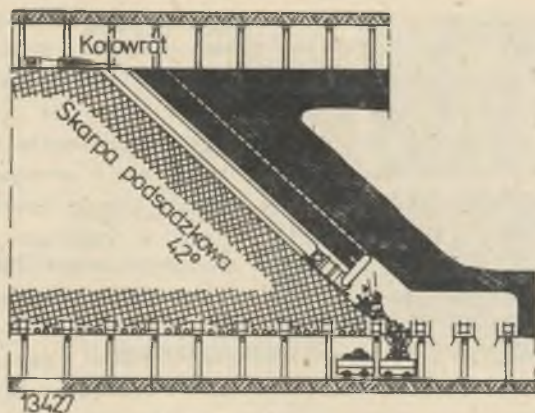
Rys. 8. Schemat ściany w pokładzie silnie nachylonym z obudową zmechanizowaną

Fig. 8. Longwall in strongly inclined bed with mechanized support

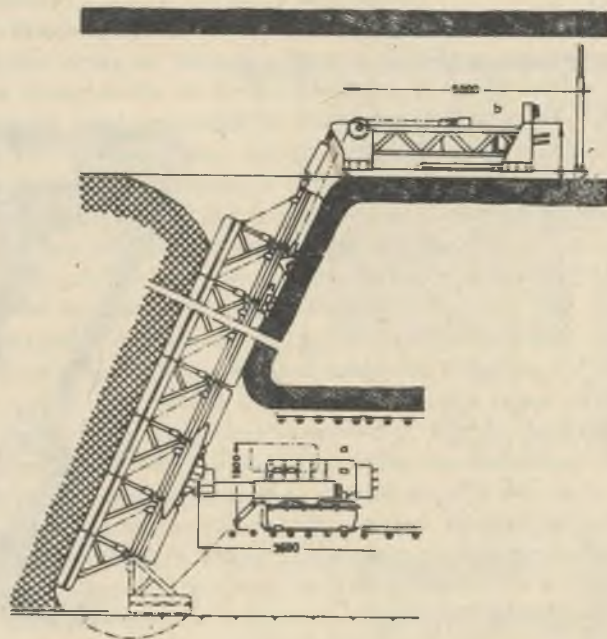


Rys. 9. System ścianowy z wrębiarką i zawieszającą podszadzkę o "zębatym" ustawieniu tamy podszadzkowej

Fig. 9. Longwall with a cutter end hanging packing with "toothed" position of packing stopping

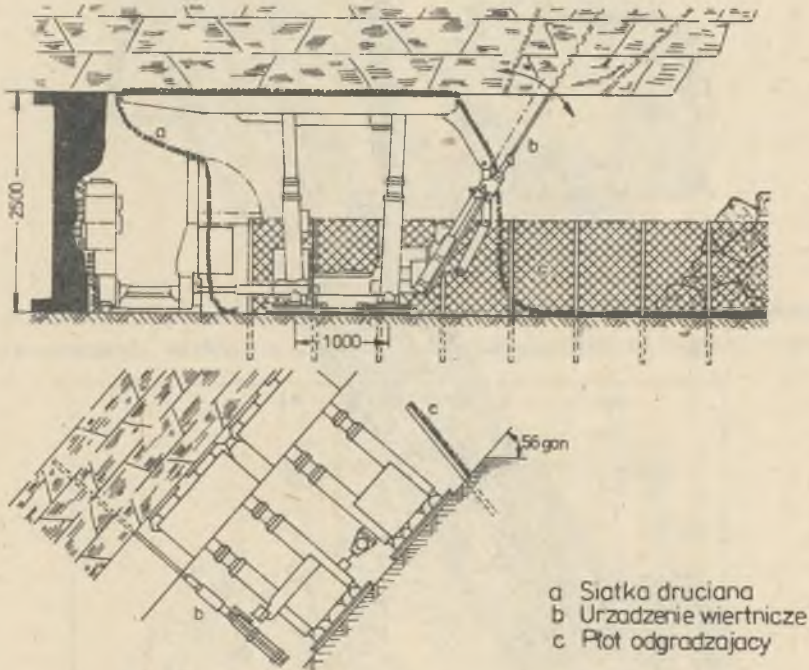


Rys. 10. System ścianowy z wrębarką SSKE 40 Firmy Eickoff  
 Fig. 10. Longwall with a cutter SSKE 40 by Eickoff



Rys. 11. Obudowa osłonowa ze strugiem  
 a) stacja napinająca, b) napęd  
 Fig. 11. Support with a plane  
 a) stretch station, b) drive

Thyssen struga "Pulthobel" firmy Westfalia-Lünen, przenośnika zgrzeblowego firmy Klöckner-Becorit i wiertnicy dla odwiercania otworów strzałowych w zawale produkcji firmy Thyssen (rys. 12). Taki zestaw zapewnia, że obudowa przemieszcza się niezależnie od przenośnika i maszyny urabiającej. Zestaw obudowy składa się z dwóch pojedynczych sekcji o szerokości 1,5 m, połączonych ze sobą cylindrami hydraulicznymi przy stropnicy i spągnicy. Umożliwiają one przemieszczanie sekcji niezależnie od położenia przenośnika.

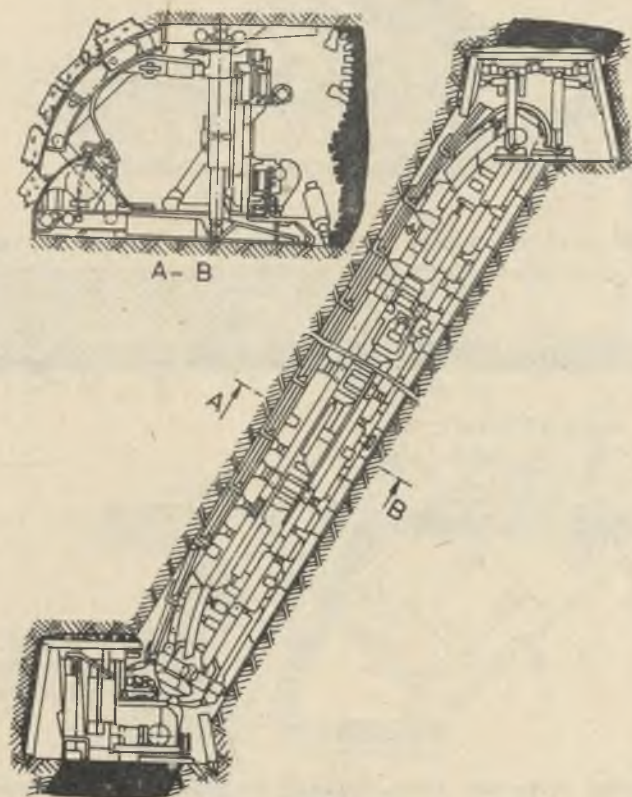


Rys. 12. Obudowa podporowa firmy Thyssen Bergbautechnik i urządzenia dodatkowe dla ścian o nachyleniu ca  $50^{\circ}$

Fig. 12. Bracket support by Thyssen Bergbautechnik and additional devices for longwall inclined ca  $50^{\circ}$

6. KIEROWANIE STROPEM PRZY STOSOWANIU  
SPECJALNYCH SYSTEMÓW WYBIERANIA  
W POKŁADACH STROMYCH I SILNIE NACHYLONYCH

Od kilku lat trwają próby z wyprodukowanym przez firmę Henscheltd kompleksem AK-3. Kompleks ten zezwala na bezzałogowe prowadzenie wybierania ścianą zaważową o długości ok. 60 m (rys. 13).



Rys. 13. Kompleks AK-3 dla pokładów grubości 1,6 do 2,5 m i nachyleniu  $32-90^{\circ}$

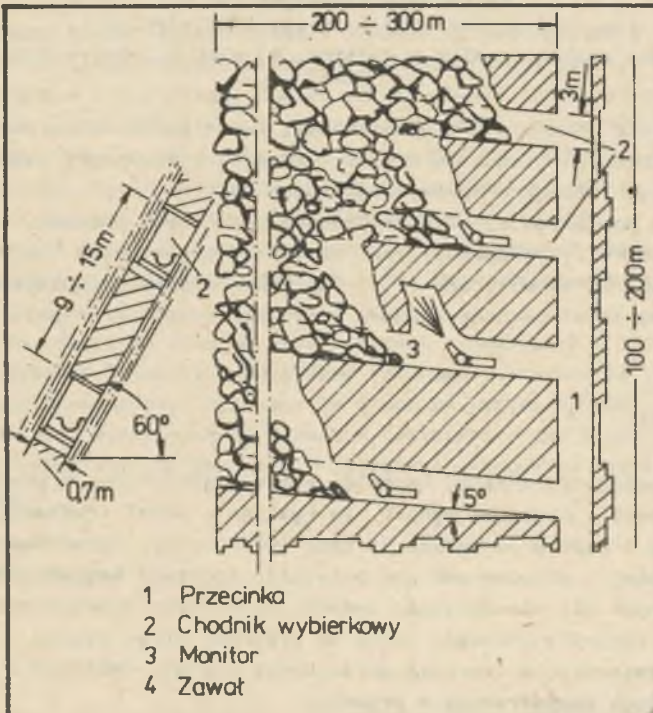
Fig. 13. Complex AK-3 for beds thick 1,6 to 2,5 m and inclined  $32-90^{\circ}$

W ostatnich latach zastosowano w ścianach na szeroką skalę technikę strzałową. Dotychczas technikę tę stosowano bardzo rzadko, gdyż podczas odpalania otworów następowało niszczenie obudowy i wybijanie stojaków. Dopiero po wprowadzeniu systemu bez obudowy i wykonywania podsadzki aż do wsparcia na odciośle węglowym obserwuje się zainteresowanie taką metodą eksploatacji i trwają prace nad jej udoskonaleniem (rys. 14). Ten system wybierania wymaga stosowania specjalnie przesiewanego materiału podsadz-

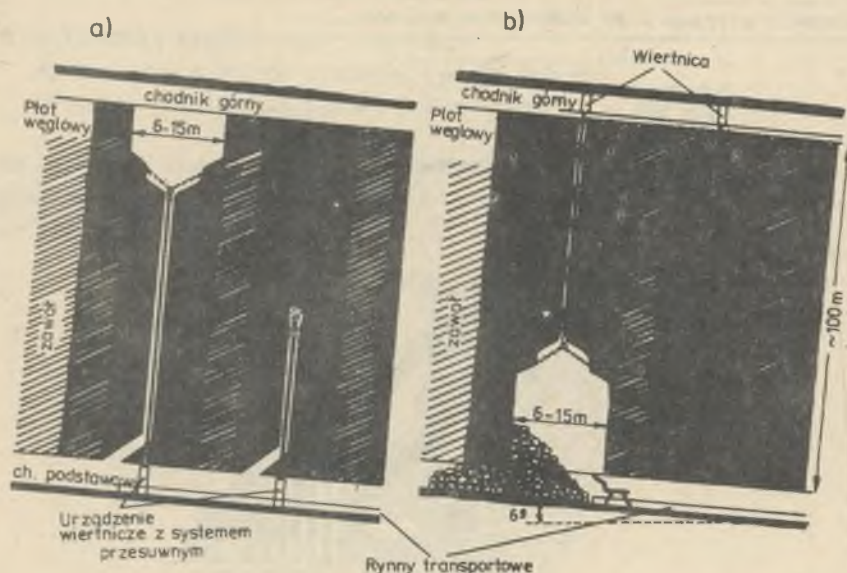




Rys. 14. Ściana bez obudowy rozwiązanie stosowane w kop. Auguste Victoria  
 Fig. 14. Longwall without a support, solution applied in Auguste Victoria coal mine



Rys. 15. Hydromechaniczne wybierania zabierkami  
 Fig. 15. Hydromechanic winning by shortwalls



Rys. 16. System z hydromechanicznym wybieraniem

a) z przodkiem przemieszczającym się z upadem, b) z przodkiem przemieszczającym się po wzniosie

Fig. 16. System with hydromechanic winnig

a) with a face replacing with a decline, b) with a face replacing with a rise

kowego, aby nie następował jego rozdział, a tym samym różna podporność stropu w różnych miejscach ścian. Dotychczas największe trudności przysparzają w tych ścianach sprawy organizacyjne.

Ponadto w pokładach silnie nachylonych i stromych prowadzi się od kilku lat eksperymenty z hydrourabianiem. Wtedy obudowę stosuje się w chodnikach, gdzie instalowane są monitory (rys. 15) lub wiertnice urabiające (rys. 16). Komory nie są zabezpieczane obudową i ich likwidacja następuje przez zawal.

## 7. WNIOSKI

Z przeprowadzonej analizy techniki kierowania stropem w pokładach silnie nachylonych i stromych wynika, że występują nadal trudności w opanowaniu stropu i naporu podszkzi na tamy lub obudowę. Wprowadzenie obudowy zmechanizowanej i przesuwnych tam pozwoliło poprawić bezpieczeństwo pracy w tych ścianach ale nie wpłynęło zasadniczo na podwyższenie wydobywania. Zastosowana technika wpłynęła także na przyrost strat węgla.

Badania zmierzają w kierunku opracowania systemu wybierania bez obudowy i bez załogi bezpośrednio w przodku.

## LITERATURA

- [1] Scherschel M.: Machinery and Equipment for Longwall Mining German Mining 1984, nr 3.
- [2] Scherschel M.: The Mechanisation of Longwall Mining Systems in sloping and steep Seams. German Mining 1985, nr 1 i 2.
- [3] Bräuner G.: Das heutige Wissen über den Druck überhängender Versatz oder Bruchmassen in steiler Lagerung. Glückauf 1967, Heft 20.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Mirosław Chudek

Wpłynęło do Redakcji w grudniu 1985 r.

УПРАВЛЕНИЕ КРОВЛЕЙ ПРИ ВЫЕМКЕ СИЛЬНО НАКЛОНЕННЫХ И КРУТЫХ ПЛАСТОВ  
В ЗАПАДНОГЕРМАНСКОЙ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Р е з ю м е

В работе представлено натуральные и технологические условия оказывающие влияние на подбор способа управления кровлей в сильно наклоненных и крутых пластах. Как известно, для горизонтальных пластов и пластов с малым наклоном разработано такие системы выемки, включая их механизацию и автоматизацию, которые гарантируют максимальную безопасность при работе, высокую производительность и относительно чистую выемку залежи. Для пластов сильно наклоненных и крутых значительно труднее разработать такую технологию, поэтому не редко еще применение методов забирковых или лестнично-почвенных с завалом кровли. Пробы перенести способы управления кровлей и техники выемки с горизонтальных пластов до сих пор кончались неудачей. Для определенных горно-геологических условий в выемных пластах удалось в последние годы разработать несколько новых механизированных систем выемки.

В реферате приведены примеры таких решений примененных в горной промышленности Западной Германии с подробным описанием технических решений. В связи с распространенным применением закладки выемки крутых и сильно наклоненных пластов проанализированы основные зависимости для определения статических нагрузок закладочных дамб и крепление материалом наполняющим створы выработки.

ROOF CONTROL AT WINNING STEEP AND STRONGLY INCLINED BEDS  
IN WEST GERMAN MINING INDUSTRY

S u m m a r y

In the paper the natural and technological conditions influencing the selection of kind of roof control in steep and strongly inclined beds have been presented. As it is known, for horizontal and slightly inclined beds such winning systems, together with their mechanization and automation, have been worked out so that they could guarantee safety of work, big output and relatively clean winning of a deposit. For steep and strongly inclined beds it is more difficult to work out such a technology, so shortwall and stair-floor systems with roof breaking down are still often applied. Attempts to apply the same system of roof control and techniques of bad winning for steep beds as for horizontal beds have been unsuccessful so far. For given geological-mining conditions in the beds being discussed some new mechanized systems of winning have been worked out in recent years.

The paper gives some examples of such solutions applied in West German mining, with a detailed discussion on technical solutions. Because of very popular application of packing in steep and strongly inclined beds winning, also the basic dependences for static packing loadings and support loading with material filling cavings have been discussed.