

Bolesław KOZŁOWSKI

Zdzisław POLAK

**SPECJALNE SPOSOBY ZWALCZANIA NAGROMADZEŃ METANU  
W REJONIE ŚCIAN**

**Streszczenie.** Artykuł omawia specjalne sposoby zwalczania zagrożeń metanowych stosowane dla rejonów ścian i chodników przyścianowych. Uwzględniono także możliwość występowania zagrożeń wyrzutowych. Przedstawiono:

- specjalne sposoby przewietrzania ścian silnie metanowych U, Y, H załączając wytyczne ich stosowania,
- specjalne sposoby zwalczania zagrożenia metanowego w samych narożach ścian,
- bezprzewodowe odmetanowanie starych zrobów wraz z systemem zabezpieczeń specjalnych,
- specjalne sposoby zabezpieczenia chodników przyścianowych przy kierunku eksploatacji do pola,
- szczegółowo omówiono mechanizm powstawania strefy zdrenowanej przy obudowie chroniącej i odmetanowaniu umożliwiając uzyskanie efektywnego obniżenia metanonośności pokładu nadebranego do odległości 60-70 m od pokładu eksploatowanego.

Wspomniano o metodach bakteriologicznych i chemicznych obniżania metanonośności pokładu, a także omówiono kombinację metod specjalnych zapewniających likwidację lub co najmniej istotne ograniczenie zagrożeń metanowych i gazogeodynamicznych.

**1. WPROWADZENIE**

Jednoznaczne i szybkie narastanie zagrożeń metanowych w naszych kopalniach jest bezspornym faktem. Przyczynami tego stanu zajmowano się wielokrotnie. W niniejszym artykule nie będziemy powracać do tej sprawy. Natomiast należy przyjąć, że najbardziej celowe jest omówić szczególnie skomplikowane sytuacje zagrożeń metanowych, w których zmuszonym się jest często sięgać do metod specjalnych, niekonwencjonalnych, niekiedy nawet ze swoistym wykorzystaniem niedomówień przepisów górniczych. Zagrożenia metanowe oraz zjawiska gazogeodynamiczne (wyrzuty gazów i skał, wypływy, fukacje) stwarzają sytuacje skrajnie niebezpieczne, które opanowuje się w oparciu o rozbudowane systemy wieloetapowych zabezpieczeń, słusznie nazwanych przez W. Cybulskiego "liniami obrony".

Filozofia linii obrony polega na uważaniu poszczególnych elementów zabezpieczeń (linii obrony) za funkcjonujące prawidłowo w całościowym systemie zabezpieczeń.

Specjalne sposoby zwalczania zagrożeń metanowych, będące przedmiotem niniejszych rozważań, stanowią dodatkowe zabezpieczenie, w założeniu rozbudowujące i wzmacniające dotychczasowe linie obrony. Zagrożenie metanowe może współwystępować z zagrożeniem wyrzutowym.

Kryterium podstawowym oceny zagrożenia metanowego jest występowanie koncentracji metanu w miejscu przeprowadzonego pomiaru. Kryterium to jest niewątpliwie dobre, ujmując sprawę zagrożenia metanowego, niemniej nie powinno być traktowane często mechanicznie, bez powiązania z informacją o metanowości bezwzględnej, stwierdzanej w wyrobisku. Oba te kryteria łącznie ilustrują sytuację metanową, w której znajduje się prowadzone wyrobisko górnicze.

Przekroczenie dopuszczalnych koncentracji metanu stanowi ruchowy sygnał występującego zagrożenia, na który należy natychmiast reagować. Stwierdzona wysoka metanowość bezwzględna ( $m^3CH_4/min$ ) stanowi również podstawę do podejmowania decyzji mających na celu ograniczenie wpływu metanu do wyrobisk. Uważamy za w pełni uzasadnione przyjmowanie także wysokiej metanowości bezwzględnej prognozowanej dla projektowanego wyrobiska, jako podstawy do decyzji przyszłościowych mających na celu niedopuszczanie do awaryjnych sytuacji. Tak więc przekroczenia dopuszczalnych koncentracji metanu w wyrobiskach istniejących oraz wysoka faktyczna lub prognozowana metanowość bezwzględna wyrobisk istniejących lub projektowanych, powoduje konieczność aktywnego obniżania zagrożenia oraz stosowania zróżnicowanych i wariantowych rozwiązań. Niektóre z nich zostaną dla rejonów ścian górniczych omówione w niniejszej publikacji. Przez pokłady i pola "b. silnie metanowe" będziemy uważali warunki odpowiadające IV kategorii zagrożenia metanowego, przez "silnie metanowe" - III kategorii zagrożenia metanowego.

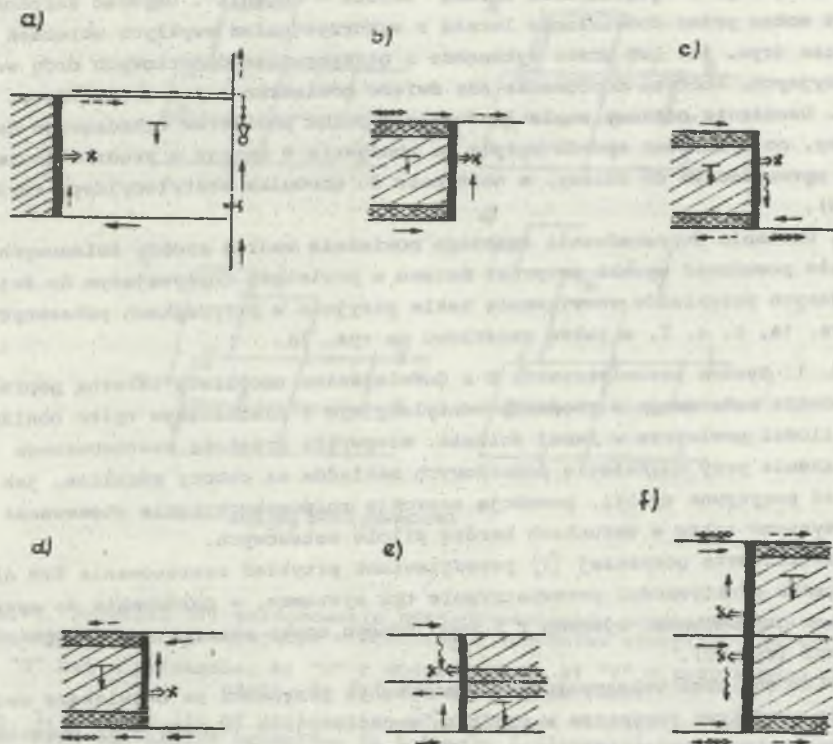
## 2. SPOSOBY PRZEWIETRZANIA WYROBISK ŚCIANOWYCH W POKŁADACH O WYSOKIM ZAGROŻENIU METANOWYM

### 2.1. Systemy przewietrzania ścian





Na rys. 1 przedstawiono systemy przewietrzania uważane za szczególnie korzystne dla silnie i bardzo silnie metanowych pól (1, 2). Łączy je wspólna tendencja: istotna poprawa bezpieczeństwa w miejscach szczególnie narażonych na występowanie wysokich koncentracji metanu. Przy czym z reguły chodzi o chodnik wentylacyjny od najbliższej jego części w narożu ściany poczynając.

Na rys. 1 przedstawiono system U z doświeżaniem chodnika wentylacyjnego (a), system Y z przewietrzaniem wznoszącym i schodzącym prądem powietrza (b, c), system H dla pojedynczej ściany (d) i systemy H dla 2 prowadzonych ścian z centralnym odprowadzeniem węgla (e) i odstawą dwoma chodnikami (f).

Przedstawione systemy przewietrzania uwzględniają następujące założenia umożliwiające istotną poprawę stanu zagrożenia metanowego w chodniku wentylacyjnym ściany:



*Legenda:*

-  schodzący prąd powietrza
-  świeży prąd powietrza
-  zużyty prąd powietrza
-  odstawa

Rys. 1. Specjalne systemy przewietrzania ścian b. silnie metanowych

a) system "U" ze stosowaniem doświeżania chodnika wentylacyjnego, b) system "Y", c) system "y" ze schodzącym prądem powietrza w ścianie, d) system "H" dla ściany pojedynczej, e) system "H" dla 2 ścian z centralnym odprowadzaniem urobku, f) system "H" dla 2 ścian z dwoma drogami odstawa

Fig. 1. Special systems of ventilation of very high methane level longwall

a) the "U" system with refreshing of ventilation roadway, b) the "Y" system, c) the "Y" system with descending air-current within longwall, d) the "H" system for single longwalls, e) the "H" system for two longwalls, with central winning disposal, f) the "H" system for two longwalls, with two haulage ways

1. Doprowadzenie dodatkową drogą możliwie dużych ilości powietrza umożliwiających obniżenie koncentracji metanu w chodniku wentylacyjnym ściany ze szczególnym uwzględnieniem naroża "ściana - chodnik". Uzyskać założony efekt można przez doświeżanie lutnią z wykorzystaniem zwykłych ucieczek powietrza (rys. 1a) lub przez wykonanie i utrzymywanie dodatkowych dróg wentylacyjnych, którymi doprowadza się świeże powietrze (rys. 1b, c, d, e, f).

2. Usunięcie odstawy węgla ze świeżego prądu powietrza wchodzącego do ściany, co w istotny sposób wpływa na obniżenie % metanu w prądzie powietrza wprowadzonym do ściany, a następnie do chodnika wentylacyjnego (rys. 1b, d).

3. Unikanie doprowadzania świeżego powietrza wzdłuż zrobów ścianowych, co może powodować wysoki przyrost metanu w powietrzu dopływającym do ściany. Z podanych przykładów rozwiązanie takie przyjęto w przypadkach pokazanych na rys. 1a, c, e, f, a także częściowo na rys. 1d.

Ad. 1. System przewietrzania U z doświeżaniem umożliwia istotną poprawę zagrożenia metanowego w chodniku wentylacyjnym z nieznacznym tylko obniżeniem ilości powietrza w samej ścianie. Niezwykła prostota zastosowanego rozwiązania przy uniknięciu dodatkowych nakładów na roboty górnicze, jak również pozytywne wyniki, powodują szerokie rozpowszechnienie stosowania tego systemu także w warunkach bardzo silnie metanowych.

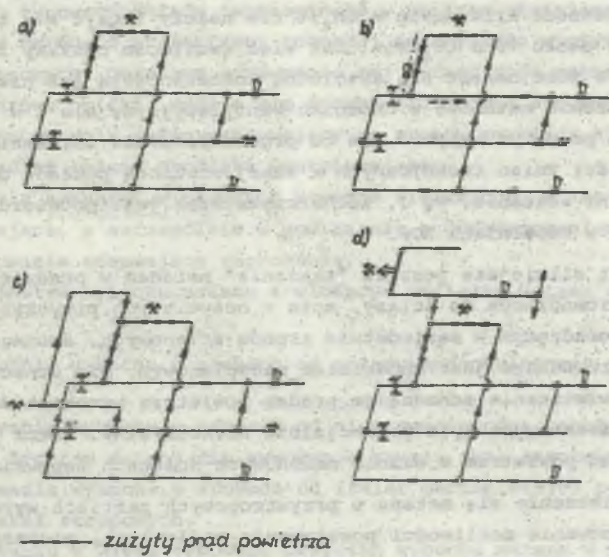
W literaturze górniczej [1] przedstawiono przykład zastosowania ETO dla obliczenia efektywności przewietrzania tym systemem, w porównaniu do systemu U bez doświeżania, systemu Y z tego samego oczka sieci i Y z innego oczka sieci (rys. 2).

Wyniki obliczeń wskazywały w rozpatrywanym przypadku na największe zwiększenie przepływu powietrza w chodniku wentylacyjnym (o 45%) przy stosunkowo niewielkim tylko zmniejszeniu ilości powietrza w ścianie - w przypadku zastosowania systemu U z doświeżaniem. Należy przy tym uwzględnić i to, że zmniejszenie powietrza w ścianie tylko o około 10% nie ma żadnego istotnego znaczenia dla bezpieczeństwa tego wyrobiska.

Systemy H zapewniają niewątpliwie znaczną elastyczność w rozdziale powietrza na poszczególne wyrobiska rejonu, przy czym należy to wyraźnie podkreślić - dość skomplikowanej strukturze zastosowanego rozwiązania. W ostatnich latach stwierdzić można, np. w górnictwie zachodnioniemieckim, wyraźne odchylenie od tego w latach siedemdziesiątych preferowanego w pokładach bardzo silnie metanowych (a także wyrzutowych) systemu.

Na rys. 3 pokazano przykład stosowania systemu W uważanego za alternatywny w silnie wyrzutowej strefie metanowego pokładu.

Ad. 2. Wydzielanie metanu z urobionego węgla do świeżego prądu powietrza przeznaczonego do przewietrzania ściany w przypadku dużego wydobywania w ścianie, może okazać się bardzo kłopotliwe ruchowo i silnie "skażające" powietrze metanem. Wg statystyk radzieckich [2] przy wydobywaniu ze ściany do 500 t/dobę wydziela się w chodniku odstawczym od 10 do 15% metanu uwolnionego z węgla, przy czym % ten rośnie do 30-50% już przy wydobywaniu wynoszą-

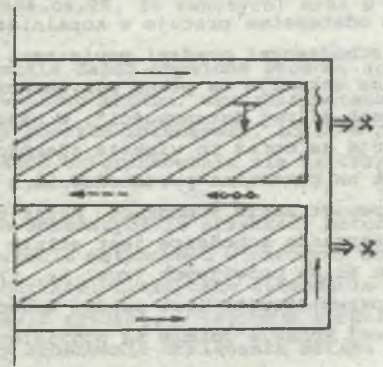


Rys. 2. Przykład (1) zastosowanie różnych wariantów przewietrzania rejonu z zagrożeniem występującym w bocznicy 2 (chodniku wentylacyjnym ściany)

- a) "U" bez doświeżania, b) "U" z doświeżaniem, c) "Y" z tego samego oczka sieci, d) "Y" z innego oczka sieci

Fig. 2. Example (1) of utilization of different ventilation systems in the area with the hazard occurring in a lay-by 2 (longwall ventilation roadway)

- a) the "U" with refreshing, b) the "Y" without refreshing, c) the "Y", from the same network mesh, d) the "Y", from the other network mesh



Legenda: jak na rys. 1

Rys. 3. Przykład stosowania systemu "H" w polu wyrzutowym

Fig. 3. Example of utilization of the "H" system in outburst area

cym około 1000 t/d. Proste obliczenia wskazują, że przy wydobyciu 2000-2500 t/d i metanonośności kilkunastu  $m^3CH_4/t$  csw należy liczyć się z doprowadzeniem do ściany około  $10 m^3CH_4/min$ . Tak więc usunięcie odstawy ze świeżego prądu powietrza może okazać się absolutną koniecznością już nie tylko z uwagi na zagrożenie metanowe w chodniku wentylacyjnym, ale i w samej ścianie. Nie wolno przy tym ukrywać, że to proste pozornie zalecenie nie powoduje konieczności zmian technicznych w samej rozcince pokładu do zmian modelowych kopalni włącznie. Wg J. Kucharczyka brak jest potwierdzenia powyższego zjawiska w kopalniach ROW.

Ad. 3. Nawet silniejsze jeszcze "skażenie" metanem w prądzie świeżego powietrza, doprowadzanym do ściany, może z oczywistych przyczyn występować w wyrobisku prowadzonym w sąsiedztwie zrobów ścianowych, szczególnie jeśli powietrze to prowadzone jest chodnikiem nadścianowym. Nie oznacza to bynajmniej aby przewietrzanie schodzącym prądem powietrza wyrobisk ścianowych w polach silnie metanowych było potencjalnie niekorzystne. Wręcz przeciwnie - schodzący prąd powietrza w silnie metanowych ścianach zapewnia:

- 1) lepsze mieszanie się metanu w przystropowych partiach wyrobiska i zdecydowane eliminowanie możliwości powstawania rozległych, niebezpiecznych, stropowych nagromadzeń metanu w ścianie,
- 2) poprawę warunków klimatycznych ściany nawet o  $5^\circ C$ ,
- 3) utrzymanie lub nawet podwyższenie bezpieczeństwa przeciwpożarowego, ponieważ ewentualna depresja cieplna w zrobach ściany musi w tym przypadku pokonywać dokładnie odwrotnie skierowaną depresję mechaniczną zapewniającą przemieszczanie powietrza wzdłuż ściany z góry w dół.

Także w publikacjach radzieckich sprawa schodzącego przewietrzania ściany widziana jest pozytywnie. Przykładowo Mjasnikow A.A. i Patriuszew M.A. piszą:

"W oparciu o specjalne odstępstwa pracuje w kopalniach Donbasu duża liczba ścian przewietrzanych schodzącymi prądami powietrza. Przeprowadzone badania i rozważania teoretyczne wskazują na pewną przydatność takiego sposobu wentylacji także w warunkach silnej metanowości". W naszym przekonaniu czynnik schodzenia z eksploatacją na coraz to większe głębokości będzie wywierał coraz to większy nacisk na generalne przechodzenie, z uwagi na warunki termiczne - właśnie na przewietrzanie schodzące. Można również zaryzykować twierdzenie, że przewietrzanie schodzące jest silnie związane także z elementami systemu "H" dla ścian podwójnych (rys. 1e, f), gdzie z reguły przynajmniej jedna z nich przewietrzana jest prądem schodzącym. Nie zmienia to faktu, że w przedmiotowej sprawie opinie są podzielone.

## 2.2. Sposoby zwalczania metanu w narożach ścian

Wszystkie systemy wentylacyjne dla pól bardzo silnie, a częściowo także dla silnie metanowych, przy kierunku prowadzenia ściany od pola - stwarzają określony stopień trudności przy opamowywaniu sytuacji metanowej w rejonie

skrzyżowania ściany z chodnikiem wentylacyjnym. Trudności te powstają oczywiście w wyniku typowego układu depresyjnego w punkcie skrzyżowania, kumulującego wpływ metanu z przestrzeni roboczej ściany oraz wpływ metanu ze zrobów przyścianowych. Obrazowe porównanie tej sytuacji do magnesu ściągającego wielowektorowo opiłki, wydaje się dobrze ilustrować sytuację.

Przy kierunku do pola metan wypływający ze zrobów rozkłada się bardziej równomiernie wzdłuż całego chodnika wentylacyjnego.

Dla opanowania sytuacji w narożach stosuje się metody, w zasadniczy sposób ją poprawiające, a szczególnie w powiązaniu z odmetanowaniem klasycznym nawet całkowicie odsuwające zagrożenie.

Niebezpieczeństwo wybuchu metanu z wiodącym udziałem metanu ze zrobów polega na:

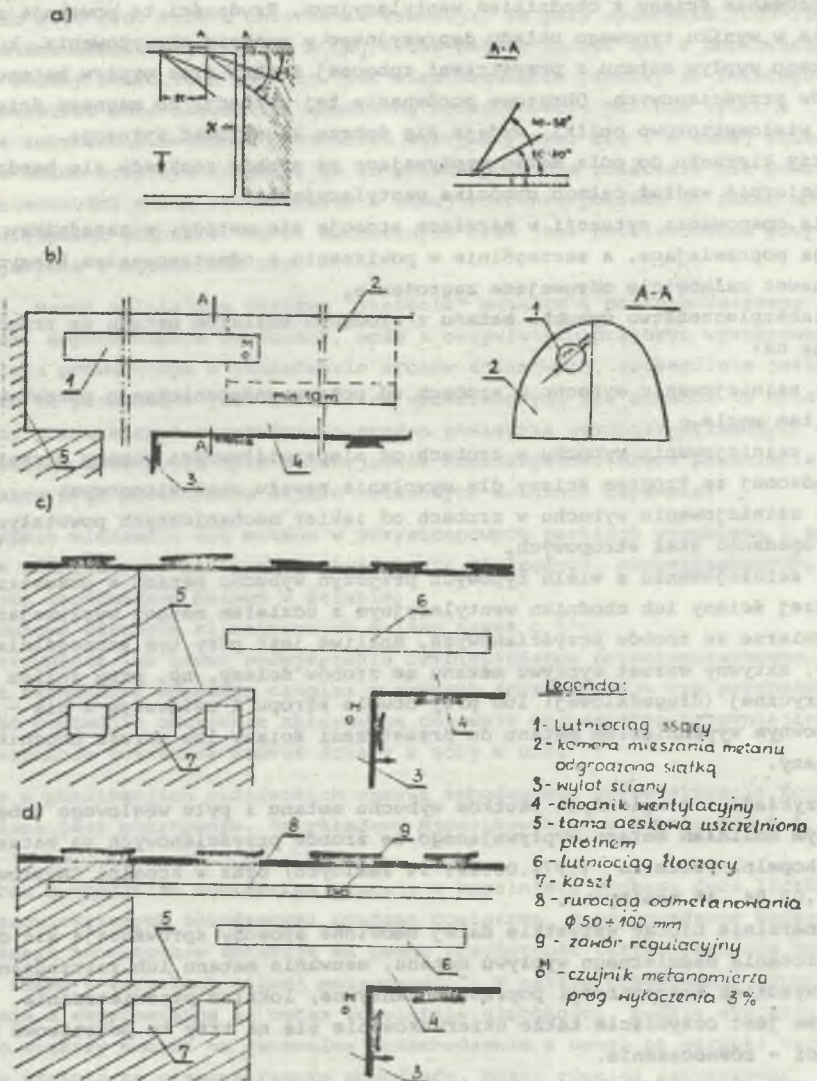
- 1) zainicjowaniu wybuchu w zrobach od pożaru endogenicznego pozostawionego tam węgla,
- 2) zainicjowaniu wybuchu w zrobach od nieprawidłowości roboty strzałowej prowadzonej za frontem ściany dla wywołania zawału skał stropowych,
- 3) zainicjowaniu wybuchu w zrobach od iskier mechanicznych powstałych przy opadaniu skał stropowych,
- 4) zainicjowaniu z wielu typowych przyczyn wybuchu metanu w przestrzeni roboczej ściany lub chodniku wentylacyjnym z udziałem metanu wypływającego w nadmiarze ze zrobów przyścianowych. Możliwe jest przy tym szczególnie silny, aktywny wzrost wpływu metanu ze zrobów ściany, np. przy zniżce barometrycznej (długofalowej) lub przy obвале stropu i związanym z nim - gwałtownym wypchnięciem metanu do przestrzeni ściany lub naroża chodnika i ściany.

Przykładami tragicznych skutków wybuchu metanu i pyłu węglowego z bezspornym udziałem metanu wypływającego ze zrobów przyścianowych są katastrofy w kopalni "Silesia" (1974.06.28, 34 zabitych) oraz w kopalni "Mysłowice" (1987.02.04, 18 zabitych).

Generalnie biorąc wszystkie dalej omówione sposoby sprowadzają się do ograniczania nadmiernego wpływu metanu, usuwania metanu lub rozrzedzania zbyt wysokich koncentracji poprzez intensywne, lokalne przewietrzania. Możliwe jest oczywiście także ukierunkowanie się na trzy te podstawowe możliwości - **równocześnie**.

Na rys. 4 przedstawiono schematycznie przykłady metod specjalnych stosowanych dla obniżenia zagrożenia metanowego w narożach ścian z uwzględnieniem wyżej wspomnianego podziału. Elastyczne stosowanie metod specjalnych w narożu ściany może poprawić sytuację w istotnym stopniu. Orientacyjnie można przyjmować, że przy stosowaniu odciągania metanu przez otwory drenażowe z chodnika wentylacyjnego (rys. 4a), można ujmować z bilansu metanowego ściany nawet do  $10-12 \text{ m}^3 \text{CH}_4/\text{min}$ .

Rozwiązanie przedstawione na rys. 4b, będące odpowiednikiem niemieckiego trz. "słabego odmetanowania" (Schwachabsaugung) pozwala przemieszczać przy



Rys. 4. Przykłady specjalnych metod obniżania zagrożenia metanowego w narożu ściany i chodnika wentylacyjnego

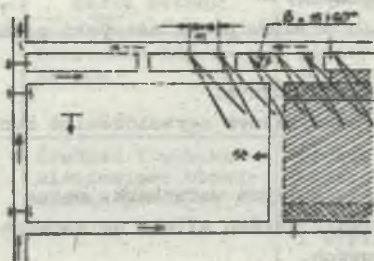
a) ograniczenie wypływu metanu do naroża ściany przez odmetanowanie do stropu, b) usuwanie metanu z naroża ściany, c) rozrzedzenie metanu w narożu ściany, d) kombinowanie zwalczania zagrożenia w narożu ściany

Fig. 4. Examples of special methods designed for reducing methane hazard in longwall corner area and longwall ventilation roadway

a) reduction of methane outflow into longwall corner by means of methane drainage towards roof, b) methane disposal out of longwall corner, c) methane dilution in longwall corner, d) hazard control scheme for longwall corner



progu metanowości 3% około  $3-5 \text{ m}^3 \text{CH}_4/\text{min}$ . Nadmuch powietrza stosowany za pomocą wentylatorów tłoczących (rys. 4c) umiejscowionych w narożu ściany pozwala na ogół okresowo obniżyć koncentrację metanu do 2% przy minimalnym



Rys. 5. Odmetanowanie z chodnika wentylacyjnego podwójnego przy kierunku eksploatacji od pola przy nachyleniu pokładu  $15-60^\circ$

Fig. 5. Methane drainage of double ventilation roadway, with retreating mining direction and seam inclination  $15-60^\circ$

wyplywie metanu. Można przyjąć, że neutralizuje całkowicie wypływ metanu  $2-3 \text{ m}^3/\text{min}$ , przemieszczając ten metan kilkanaście metrów za skrzyżowaniem ściany i chodnika. Kombinacje metod specjalnych (rys. 4c), jak wskazuje praktyka, pozwalają opanować nawet bardzo wysokie wydzielanie metanu mieszczące się w przedziale do  $25-30 \text{ m}^3 \text{CH}_4/\text{min}$ . Należy jednak przyjąć, że istnieje granica maksymalnego wydzielania metanu, powyżej której prowadzenie ściany od pola nawet z zastosowaniem metod specjalnych (w tym także odmetanowania klasycznego) jest możliwe tylko przy drastycznym ograniczeniu postępu wyrobiska. Zastosowanie odmetanowania klasycznego z prowadzeniem chodnika wentylacyjnego podwójnego (rys. 5) pozwala tę granicę przesunąć do  $40-45 \text{ m}^3 \text{CH}_4/\text{min}$ , podwyższając jednak oczywiście koszt prowadzenia ściany.

W kopalni doświadczalnej "Barbara" w latach 1984-1986 zespół pod kierownictwem A. Gruszki opracował specjalny (aktualnie patentowany) system rozmieszczenia otworów drenujących, umożliwiający, przy kierunku od pola, uzyskanie efektów odmetanowania identycznych, jak przy kierunku od pola z zastosowaniem podwójnego chodnika wentylacyjnego. Dużą wagę należy zawsze przywiązywać do możliwości dobrego uszczelniania (tama deskowa uszczelniona płótnem z ewentualnym natryskiem środków hermetyzujących) kontaktu ze zrobami w chodniku wentylacyjnym. Obniża ono w istotny sposób dodatkowy wypływ metanu ze zrobów. Uszczelnianie ociosów prowadzone na dużą skalę i powiązane z klejeniem górotworu pozwala na prowadzenie ścian najsilniej nawet metanowych także na dużych głębokościach. Dodać przy tym należy, że eksploatacja na dużych głębokościach powiązana jest ze zmianą strukturalną występowania metanu w węglu. Wzrost temperatury ośrodka obniża właściwości sorpcyjne węgla, zwiększa się w zasadniczy sposób ilość metanu wolnego (kosztem sorbowanego), co sprzyja, najogólniej mówiąc, wzrostowi gwałtowności zjawisk gazogeodynamicznych.

Prowadzenie ścian wyłącznie do pola praktykowane jest, jako podstawowa metoda opanowania bardzo wysokiego zagrożenia metanowego i wyrzutowego, jakie występuje w zachodnoniemieckiej kopalni Ibbenbüren, w przedziale głę-

bokości eksploatacji 1400-1600 m. Stosowane tam kompleksowe rozwiązania przeciwwyrzutowe i przeciwigazowe polegają na:

- generalnie stosowanym kierunku do pola przy przewietrzaniu dużymi ilościami powietrza systemem U z doświeżaniem,
- odmetanowaniu klasycznym do pokładów stropowych,
- wgłębnym klejeniu stropu oraz uszczelnianiu ociosów przez natryski piany hermetyzująca,
- rozbudowanym systemie anemometryczno-metanometrycznym,
- stosowaniu strugów i obudowy przesuwnej z maksymalnym ograniczeniem ruchu ludzi w ścianie.

Przykład ten, jako dobrze sprawdzony w najcięższych warunkach, można przyjmować jako model projektowy dla głębokich i bardzo silnie metanowych kopalń w pokładach o predyspozycjach wyrzutowych.

### 3. SPECJALNE METODY DLA WYROBISK CHODNIKOWYCH PRZYŚCIANOWYCH

Do metod specjalnych zaliczyć należy wszystkie rozwiązania wychodzące poza klasyczne przewietrzanie ślepego przodku za pomocą wentylacji odrębnej. Należy przyjąć przy tym z góry, że możliwości, które były do dyspozycji przy wentylacji opływowej, w tym przypadku z natury rzeczy są ograniczone i każda z nich może okazać się niewystarczająca. Tak więc, w przypadku silnej metanonośności pokładu z góry należy założyć kompilację metod i ich współprowadzenie. Wyrobiska chodnikowe przyścianowe, z punktu widzenia problematyki niniejszej pracy, będą nas interesowały tylko w przypadku prowadzenia eksploatacji do pola. Przy kierunku eksploatacji od pola prowadzenie chodników nie jest bowiem związane z układem wentylacyjnym "chodnik podścianowy - ściana - chodnik wentylacyjny" i stanowią one po prostu odrębne korytarzowe wyrobiska górnicze, nie będące jako takie - przedmiotem niniejszych rozważań.

Udział obu chodników przyścianowych w bilansie metanowym rejonu jest na ogół duży. Chodniki te spełniają w pewnym sensie rolę otworów drenażowych wyprzedzających front ściany i mogą być rozpatrywane analogicznie jak szerokośrednicowe otwory drenażowe, wyprzedzające wykonane z czoła ściany.

Szczególnie wysokie zagrożenie wyrzutowe robót rozcinkowych sprawia, że metody aktywne (właściwie wszystkie je można nazwać także "specjalnymi") są przede wszystkim wdrażane właśnie do robót korytarzowych kamiennie-węglowych i węglowych. W tablicy 1 podano zestawienie tych metod wraz z krótką informacją.

Oczywiście wszystkie podane metody w czasie ich stosowania oddziałują obniżająco na metanonośność pokładu oraz predyspozycje wyrzutowe drogą obniżenia metanonośności.

Z naciskiem trzeba zwrócić uwagę, że najefektywniejsza metoda obniżania zagrożenia wyrzutowego, tj. wybieranie odprężające, oczywiście także wpływa

Tablica 1

Podstawowe aktywne metody obniżania zagrożenia wyrzutowego w chodnikach przyścianowych stosowane w górnictwie polskim

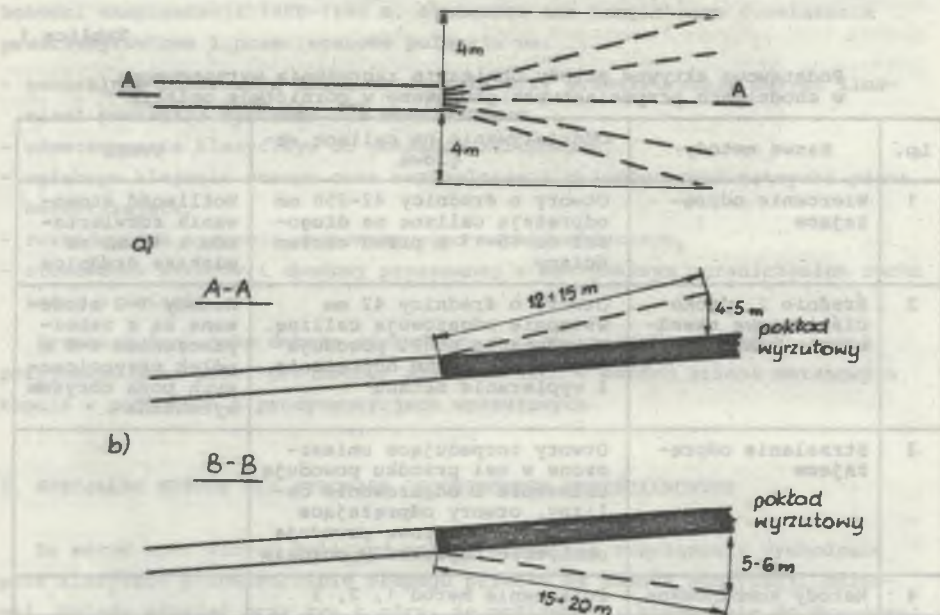
Lp.	Nazwa metody	Oddziaływanie na caliznę węglową	Uwagi
1	Wiercenie odprężające	Otwory o średnicy 42-250 mm odprężają caliznę na długości do 15-17 m przed czołem ściany	Możliwość stosowania rozwiertaków z 42 mm na większe średnice
2	Średnio i wysokociśnieniowe nawadnianie pokładu	Otwory o średnicy 42 mm wstępnie odgazowują caliznę. Nawadnianie pokł. powoduje jej dalsze pełne odprężenie i wypieranie metanu	Metody 1-2 stosowane są z zabezpieczeniem 4-6 m półek przyociosowych poza obrysem wyrobiska
3	Strzelanie odprężające	Otwory torpedujące umieszczone w osi przodku powodują zruszenie i odgazowanie calizny, otwory odprężające wiercone do ociosu powodują obniżenie naprężeń w ociosie	
4	Metody kombinowane	Połączenie metod 1, 2, 3	

na obniżenie zagrożenia wyrzutowego i gazonośności robót chodnikowych, jeżeli zostały one objęte strefą odprężeń. W pokładach nieodprężonych zespół zagrożeń gazowych i gazogeodynamicznych dla robót chodnikowych, w tym i dla chodnikowych przyścianowych, jest szczególnie wysoki. Nie można przy tym wykluczyć, że działania prowadzone w wyrobisku ścianowym dla obniżenia predyspozycji wyrzutowych mogą dać przy tym (choć uboczne) efekty także dla chodników przyścianowych.

Podstawowy zestaw możliwości (sposobów) obniżenia zagrożenia sprowadza się jednak do metod specjalnie zastosowanych dla przodków chodnikowych przyścianowych (tablica 1). Wszystkie z podanych w niej metod zostały sprawdzone w praktyce.

W górnictwie czeskosłowackim opracowano i wdrożono (1981 r.) skutecznie do praktyki [6], strzelanie odprężające długimi otworami nad pokładami wyrzutowymi dla uzyskania skutecznego odprężenia i obniżenia zagrożenia wyrzutowego. Metody te można nazwać przestrzennym zdejmowaniem naprężeń z pokładów, analogicznym w końcowym efekcie do wyników eksploatacji odprężającej.

W sytuacji, gdy w ekstremalnych zagrożeniach wyrzutowych pokładów nieodprężonych rozpatruje się możliwość eksploatacji odprężającej przez wybieranie warstw skał płonnych, metoda strzelania odprężającego w długich otworach ulokowanych w stropie pokładu wydaje się być rozwiązaniem nieporównywalnie lepszym.



Legenda:

----- otwory strzałowe

Rys. 6. Strzelanie odprężające w stropie (a) lub spągu (b)

Fig. 6. Distressing shooting within roof (a) or floor (b)

Według Autorów metody [6] zapewnia ona:

"Prowadzenie robót poza wyrobiskiem ściannym, co ma istotne znaczenie organizacyjne. Prace strzałowe mogą być prowadzone w dni nieprodukcyjne w partiach przed frontem ściany. Wykonywanie robót odprężających w kamieniu otworami do 70 i więcej metrów może być prowadzone także w strefach zaburzeń tektonicznych. Strzelanie ma także pozytywny wpływ na zapewnienie regularnego zawału stropu".

Oczywiście można i należy zastosować także dla ochrony robót rozcinkowych, a więc i dla chodników przyścianowych prowadzonych wraz z frontem, ściany do pola. Na rys. 6 przedstawiono przykład rozmieszczenia otworów odprężających dla chodnika w układzie otworów wykonywanych do stropu (a) oraz do spągu (b).

W górnictwie światowym rzadko wykorzystuje się różne sposoby zabezpieczenia czoła przodka chodnikowego przed niespodziewanym wyrzutem, polegającą, skrótowo mówiąc, na wzmocnionej opince czoła przodka. Rozwiązania są różne od belek kotwionych w ociosy poczynając, na osłonie z płyt stalowych przesuwanych kończąc.

Warunkiem wspólnym dla wszystkich tych osłon - jest ich "azurowość" umożliwiająca wykonywanie czynności zwiercania przodku.

#### 4. ODMETANOWANIE PRZY PROWADZENIU NADBUDOWY GORNICZEJ POKŁADÓW SILNIE METANOWYCH

Odmetanowanie pokładu nadbieranego jest oczywiście mniej skuteczne niż ma to miejsce w przypadku podbierania pokładu wyżej leżącego. Powoduje to ograniczenie się ze stosowaniem odmetanowania pokładów nadbieranych do absolutnie koniecznego minimum.

W przypadku wiązki pokładów wyrzutowych przy podjęciu decyzji co do kolejności eksploatacji, podbieranie, niewątpliwie słusznie, uważa się za niewspółmiernie bardziej efektywne w sensie odprężania pokładu chronionego. Nie kwestionując bynajmniej oczywistości tych stwierdzeń, należy zwrócić uwagę na możliwość radykalnego zwiększenia skutków nadebrania - i to zarówno dla uzysku metanu, jak i dla odprężenia pokładu chronionego, przy zastosowaniu pomocniczego odmetanowania. Może ono być przy tym prowadzone:

- z samego pokładu nadbierającego,
- w pokładzie nadbieranym,
- z innych wyrobisk znajdujących się w zasięgu strefy oddziaływania pokładu nadbierającego.

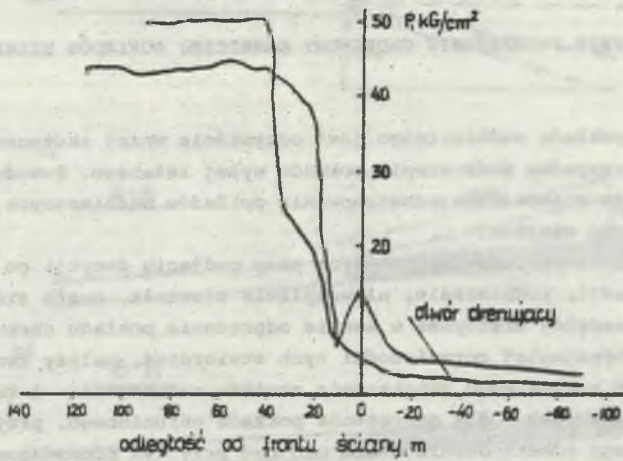
Jak wspomniano, przy nadbieraniu zasięg odprężeń do pokładów chronionych jest o wiele mniejszy niż ma to miejsce przy podbieraniu. Według polskich przepisów skutki podbierania są  $\frac{60}{25} = 2,4$  razy silniejsze niż nadbierania, wg A.T. Airuniego i A.T. Zjenkowicza (ZSRR) [4] od 2,8 do 4 razy.

W ZSRR badania nad skutecznością odmetanowania nadebranych pokładów przeprowadzono w latach osiemdziesiątych [5]. Sprowadzały się one do obserwacji ciśnienia gazu w zahermetyzowanych otworach wykonanych w pokładzie nadebranym oraz pomiarach ciśnienia gazu w otworach odmetanowujących skierowanych do pokładu nadebranego.

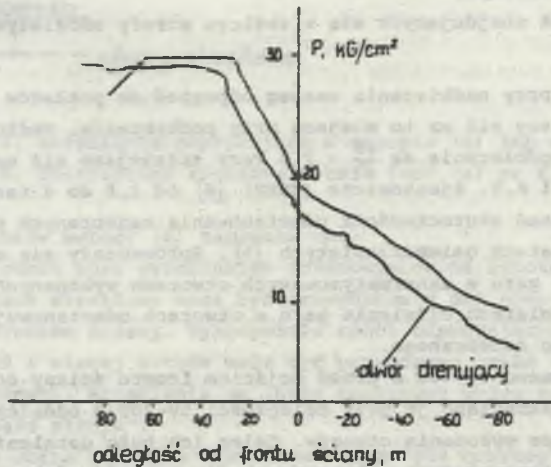
Badania podejmowano 40-160 m przed dojściem frontu ściany do miejsc wykonania otworów, zakończano je przy odległości 50-200 m oddalenia się frontu ściany od miejsca wykonania otworów. Celem ich było ustalenie skuteczności otworów odmetanowujących wykonywanych dla pokładów dobrze i słabo odprężonych przez nadebranie.

Jak wynika z rys. 7a, b w przypadku dobrze odprężonego przez nadebranie pokładu, ciśnienia były w obu otworach, przed i po przejściu ściany, zbliżone. Wyciągnąć z tego można wniosek o niecelowości stosowania otworów odmetanowujących w przypadku dobrego odprężenia pokładów przez nadebranie, nie pomagają one bowiem w obniżeniu ciśnienia złożowego.

Na rys. 8a, b przedstawiono wynik badania ciśnienia w otworze hermetycznym i otworze drenażowym przy słabym tylko odprężeniu pokładu nadebranego. Jak widać z rysunków, w sąsiedztwie otworu odmetanowującego ciśnienie zło-



a)



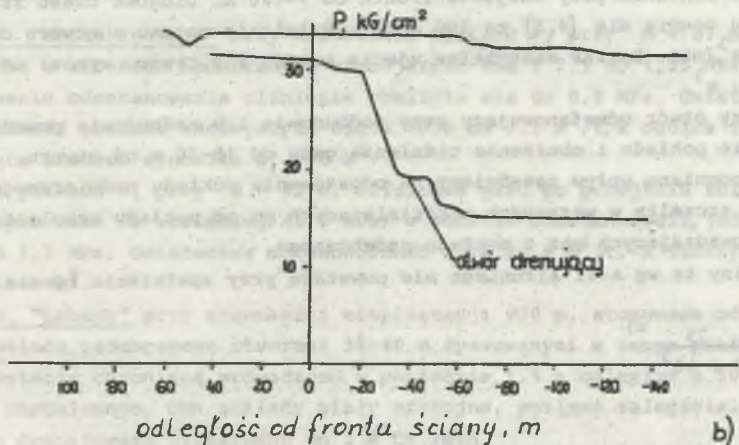
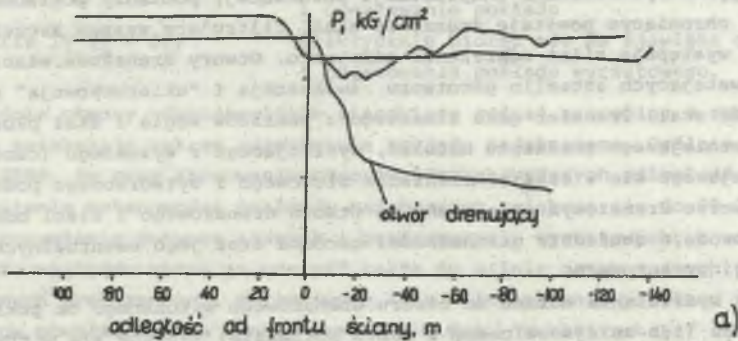
b)

Rys. 7. Pokłady dobrze odprężone przez nadebranie, Kop. "Workatinskaja", pokłady poziome [5]

a) odległość między pokładami 8 m, b) jw. 23 m

Fig. 7. Seams well distressed by means of overmining. The "Workatinskaja" mine, horizontal seam [5]

a) distance between seams - 8 m, b) distance between seams - 23 m



Rys. 8. Pokłady częściowo odprężone przez nadebranie Kop. "Workutinskaja", pokłady poziome [5]

a) odległość między pokładami 37 m, b) odległość między pokładami 45 m  
 Fig. 8. Seams partly distressed by means of overmining. The "Workutinskaja" mine, horizontal seam [5]

a) distance between seams - 37 m, b) distance between seams - 45 m

zowe gazu obniżyło się dwu a nawet trzykrotnie. Świadczy to o istotnym wpływie otworów drenażowych na ciśnienie złożowe oraz istotnym pozytywnym wpływie odprężającym otworów odmetanowujących przy częściowym tylko odprężeniu pokładu przez nadebranie.

Uproszczony mechanizm współdziałania otworów odmetanowujących z nadbudową (podbudową) odprężającą przedstawić można następująco:

W przypadku prowadzenia eksploatacji chroniącej, pomiędzy pokładem chronionym i chroniącym powstaje zruszenie skał, filtrujący system szczelin i por oraz występuje silne odprężenie górotworu. Otwory drenażowe włączone w układ powstających szczelin górotworu zwiększają i "ukierunkowują" przepuszczalność skał. Transfer gazu złożowego z pokładów węgla i skał płonnych w wyniku istniejącego gradientu ciśnień, wynikającego z wysokiego (choć zmniejszającego się w czasie) ciśnienia złożowego i wytworzonego podciśnienia w otworze drenażowym skierowany do otworu drenażowego i sieci odmetanowania, powoduje obniżenie gazonośności ośrodka oraz jego ewentualnych pre-dyspozycji wyrzutowych.

Wzrost wydzielania metanu do otworu drenażowego wykonanego do pokładu chronionego (lub umiejscowionego w samym pokładzie) zaczyna się w chwili, gdy front odbudowy dochodzi do miejsca przebiccia pokładu otworem. Wydzielanie osiąga maksimum przy odejściu frontu od 7-120 m. Długość czasu istnienia otworu ocenia się [4,5] na 300 dób, wydzielanie metanu z otworu dochodzi do 2 m<sup>3</sup>/min. Łączne maksymalne ujęcie metanu z 1 otworu wynosi od 5-300 tys. m<sup>3</sup>.

Wykonany otwór odmetanowujący przy podbudowie lub nadbudowie powoduje odgazowanie pokładu i obniżenie ciśnienia gazu od 18-20 m od otworu.

Jak wspomniano, wpływ zasadniczy na odgazowanie pokładu nadbieranego ma powstanie szczelin w warstwach rozdzielających go od pokładu eksploatacyjnego odprowadzających gaz z pokładu nadebranego.

Szczeliny te wg A.T. Airuniego nie powstają przy spełnieniu równania:

$$\frac{M}{m} > \frac{75}{E \cdot 10^3} \quad x)$$

gdzie:

M - grubość warstw między pokładami, m

m - grubość pokładu chroniącego, m

E - wielkość porównawczej deformacji, przy której następuje przy rozciąganiu rozerwanie i szczelinowanie skały dla węgla

dla węgla E = 0,002-0,003 (czyli 2-3 mm/m)

dla skał gliniastych 0,006-0,008

dla piaskowców i konglomeratów 0,003-0,004.

x) Przy podebraniu pokładu w miejsce "75" wstawia się "250".



Wg autorów publikacji [5] przy nadbudowie chroniącej stwierdza się:

- |   |  |
|---|--|
| w strefie I ( $\frac{M}{m} < 7$ )         | pełne i skuteczne odprężenie pokładu nadebranego                                 |
| w strefie II ( $25 > \frac{M}{m} > 7$ )   | następuje odprężenie częściowe i częściowy spadek ciśnienia gazu w polu          |
| w strefie III ( $37 > \frac{M}{m} > 25$ ) | następuje częściowe i przejściowe odprężenie i odgazowanie pokładu               |
| w strefie IV ( $\frac{M}{m} > 37$ )       | praktycznie biorąc nie ma zjawiska odprężenia i odgazowania pokładu wyrzutowego. |

Oczywiście otwory odmetanowujące stanowiące rodzaj szczeliny w zasadniczy sposób zwiększają zakres odgazowania pokładu nadebranego. Ogólnie przyjmuje się w ZSRR, że przy stosowaniu otworów odmetanowujących odległość efektywnego obniżenia metanowości pokładów nadebranych zwiększa się do 60-70 m. Omówione rozważania dotyczą zjawisk i predyspozycji wyrzutowych, z oczywistych jednakże względów można je odnieść także do silnie metanonośnych partii pozabawionych predyspozycji wyrzutowych. Dla zilustrowania problemu przykładami, można powołać się na wyniki uzyskane w Kop. "Workutinskaja" (ZSRR), Kop. Loberg (RFN), Kop. "Point of Eif" (W. Brytania), Kop. Paskov (CSRS), Ibbenburen (RFN).

Kop. "Workutinskaja" przy nadebraniu pokładu 4, przy  $M = 27$  m ciśnienie metanowe w strefach nadebranych zmniejszyło się z 2,5 do 1,25 MPa. Przy zastosowaniu odmetanowania ciśnienie obniżyło się do 0,8 MPa. Ostateczna metanonośność pokładu zmniejszyła się z 10,6 do 7,3 m<sup>3</sup>/t, a ogólna ilość metanu ujęta otworem wynosiła 21 000 m<sup>3</sup>.

Dla pokładu 9, przy  $M = 42$  m, ciśnienie gazu po przejściu ściany wynosiło tyle samo co wcześniej (2,7 MPa) w strefie odmetanowania, jednakże spadło do 1,3 MPa. Ostateczna metanonośność z 14 do 8 m<sup>3</sup>/t, a łączny uzysk gazu 10 000 m<sup>3</sup>.

Kop. "Loberg" przy głębokości eksploatacji 950 m, stosowano odmetanowanie pokładu nadebranego otworami 30-40 m sytuowanymi w samym pokładzie. Eksploatację chroniącą prowadzono w pokładzie 1,5 m odległym o 50 m od pokładu chronionego. Oba pokłady miały spokojne, poziome zaleganie. Z jednego otworu drenażowego uzyskiwano do 2 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/min.

Kop. "Point of Eif" przy odległości 32 m między pokładem chroniącym i chronionym z 2 otworów uzyskiwano równocześnie 1,2-4 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/min (bez zakładania depresji).

Na Kopalni "Paskov" [6] przeprowadzono ciekawe doświadczenia w wyrzutowym pokładzie "66" o grubości 0,7 do 1,1 m. W odległości 43,55 m nad pokładem prowadzono eksploatację pokładu chroniącego bez pozytywnych efektów. Warstwy skalne między pokładami składały się z piaskowców i cienkich warstw węgla. Mimo nadebrania pokładu wystąpiły dwa kolejne wyrzuty, a metanonośność oceniano ciągle jeszcze na ponad 20 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/t csw. Stało się jasne, że skuteczne odprężenie pokładu "66" przez jego nadebranie pokładem zalegają-

cym ponad 40 m w stropie nie ma miejsca. Zastosowanie otworów odmetanowujących o średnicy 76 mm wykonanych z odległej o 10-15 m dolnej warstwy p. 66 o grubości 0,6-1,4 m do górnej warstwy pokładu przy ponownym podjęciu nadbierania pokładu - w zasadniczy sposób poprawiło sytuację. Wyrzuty już nie wystąpiły.

Na zachodnioniemieckiej Kopalni PREUSSAG w Ibbenbüren w wykonanym kilka miesięcy wcześniej chodniku 7 W w pokładzie 59 wystąpiły wzmożone wypływy metanu po przejściu ściany w nadległym o 40 m pokładzie 59. Chodnik 7 W "przejął czasowo na siebie obowiązki" otworu drenażowego znajdującego się pod depresją wentylacyjną i w zasięgu wpływów nadebrania pokładu 53.

## 5. LIKWIDACJA NIEBEZPIECZNYCH ZBIORNIKÓW METANU W ZROBACH ŚCIAN

W wielu punktach kopalń silnie metanowych w miarę postępu robót górniczych powstają i utrzymują się duże zbiorniki wolnego metanu. Teoretycznie biorąc, zapewniamy sobie kontrolę nad tymi zbiornikami, jest ona jednak na pewno niepełna i co gorsza nie możemy wykluczyć w nich zapłonu metanu.

Największymi zbiornikami metanu są zroby pokładów metanowych. Unikalne badania J. Matuszewskiego, przeprowadzone na dużą skalę w ścianach pól silnie metanowych, wykazały zupełnie jednoznacznie wielkość tego zagrożenia. Autor pisał m.in. "stężenie metanu w zrobach za frontem ściany zależy od wielu różnych czynników, np.:

- metanonośności pokładu eksploatowanego i pokładów sąsiednich,
- intensywności przewietrzania ściany,
- szczelności zrobów,
- intensywności odmetanowania górotworu lub zrobów ściany,
- zaburzeń geologicznych,
- ciśnienia barometrycznego itp."

"Analiza wykazała, że w miarę oddalania się frontu ścianowego od punktów pomiarowych, leżących w liniach prostopadłych do frontu ścianowego, stężenia metanu stosunkowo szybko narastają do pewnego maksimum, po czym następuje łagodniejszy, asymptotyczny spadek wartości. Starano się dobrać postać krzywej, która najbardziej odpowiada stwierdzonym przebiegom stężeń w zrobach..." Drugimi w kolejności są wyłączone z ruchu górniczego otamowane ślepe wyrobiska, dalej idą stropowe nagromadzenia metanu w pustkach za obudową, lokalne strefy wzmożonego wydzielania metanu (np. z uskoków metanonośnych lub w wyniku wpływów eksploatacji) i inne".

Upraszczaając sprawę można założyć, że ze wzrostem tak rozumianego zbiornika metanu zwiększają się, obiektywnie biorąc, trudności związane z jego faktyczną (a nie pozorną) likwidacją, sam zaś proces "rozładowania" zbiornika metanowego jest bardziej skomplikowany i związany z określonym poziomem ryzyka.

Podstawowe pytania, które musimy sobie przy tym postawić (wchodzące wyraźnie w zakres szeroko rozumianej "filozofii bezpieczeństwa pracy"), są następujące:

Czy lepiej jest pozostawiać w strukturze kopalni zbiorniki metanowe kontrolując je (w niezadowolającym stopniu) i nie podejmować działań dla ich likwidacji, czy też - przystąpić do likwidacji tych zbiorników, przy określonym stopniu ryzyka związanego z przedsięwzięciem?

Ograniczymy się do omówienia jednego tylko specjalnego sposobu likwidowania zbiorników metanu w zrobach pokładów [8] na przykładzie Kop. Halemba. Rozmiary artykułu wykluczają bowiem szersze omówienie tak obszernej problematyki, zaś wybrany przykład dobrze ilustruje sam problem i technikę usuwania metanu z rozległych zametanowanych zrobów.

Równocześnie należy zaznaczyć, że w dość szerokiej skali, stosowane także w polskim przemyśle węglowym, prowadzenie zza tam odmetanowanie przewodowe starych zrobów<sup>x)</sup> nie wchodzi w zakres pojęciowy "specjalnych metod". Jest to sposób wdrożony i sprawdzony, można go nazwać sposobem klasycznym.

Kopalnia "Halemba" prowadzi eksploatację także na najgłębszym czynnym poziomie w górnictwie polskim, tj. na 1030 m. Metanowość bezwzględna całkowita tego poziomu wzrastała dość regularnie z 29 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/min (1980 r.) do 114 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/min (1986 r.). Roboty eksploatacyjne na poz. 1030 m prowadzone są w p. 506 i 507. Metanowość względna ścian w p. 506 dochodziła maks. do 48,3 m<sup>3</sup>/t przy wydobywaniu ponad 1100 t/d, w p. 507 do 11,4 m<sup>3</sup>/t przy wydobywaniu ponad 1500 t/d. Stopień zaawansowania robót górniczych w p. 506 i zwiększający się obszar zrobów w tym pokładzie powodował na przestrzeni ostatnich lat gwałtowne zmiany w bilansie metanowym poziomie:

Metanowość wentylacyjna poziomu w 1983 r. wynosiła 63 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/min z czego aż 51,2 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/min wpływało bezpośrednio z frontu produkcyjnego. W 1986 r. na 97 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/min metanowości wentylacyjnej poziomu zaledwie 28,8 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/min pochodziło z frontu produkcyjnego, co oznacza, że aż 68,2 m<sup>3</sup>CH<sub>4</sub>/min wydziełało się ze zrobów pokładowych.

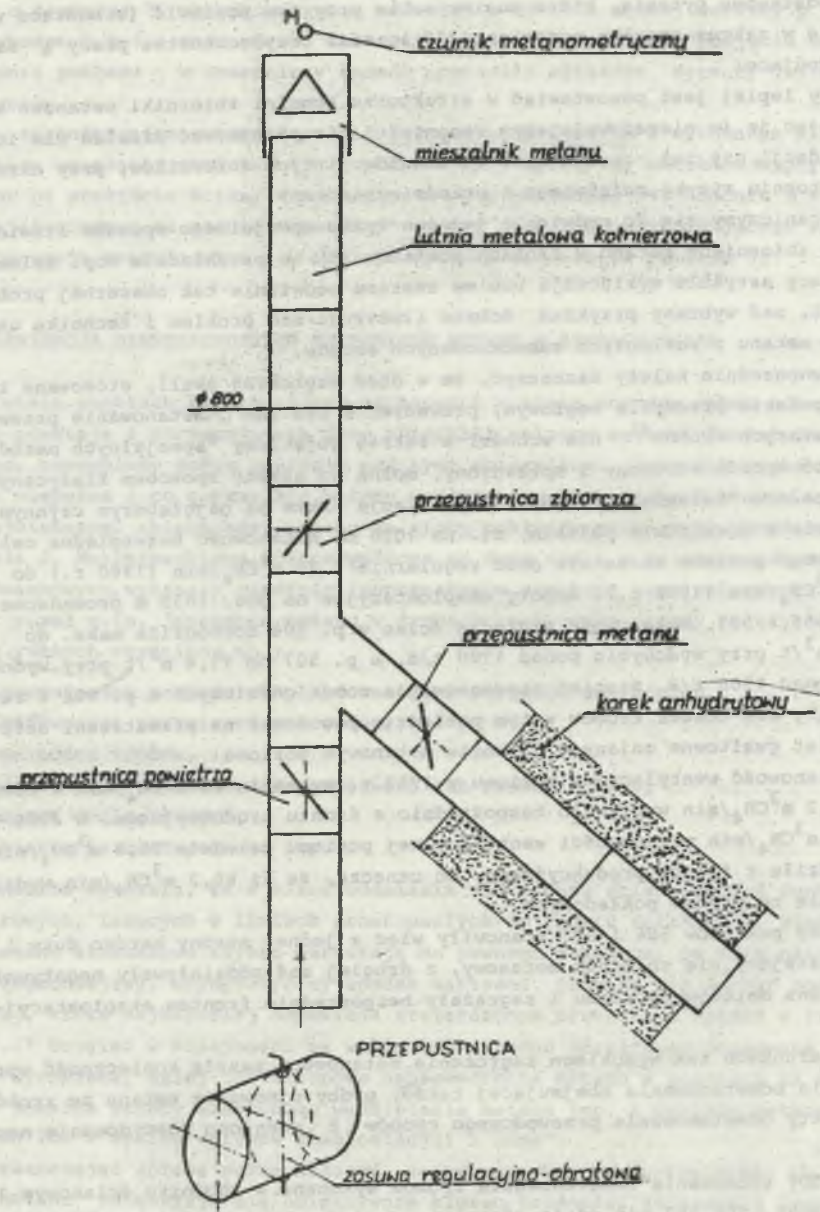
Zroby pokładów 506 i 507 stanowiły więc z jednej strony bardzo duży i powiększający się zbiornik metanowy, z drugiej zaś oddziaływały negatywnie na bilans metanowy poziomu i zagrażały bezpośrednio frontem eksploatacyjnym.

W warunkach tak wysokiego zagrożenia metanowego zaszła konieczność wprowadzenia odmetanowania obejmującej także, próby ujmowania metanu ze zrobów.

Efekty odmetanowania przewodowego zrobów 8 oceniono zdecydowanie negatywnie:

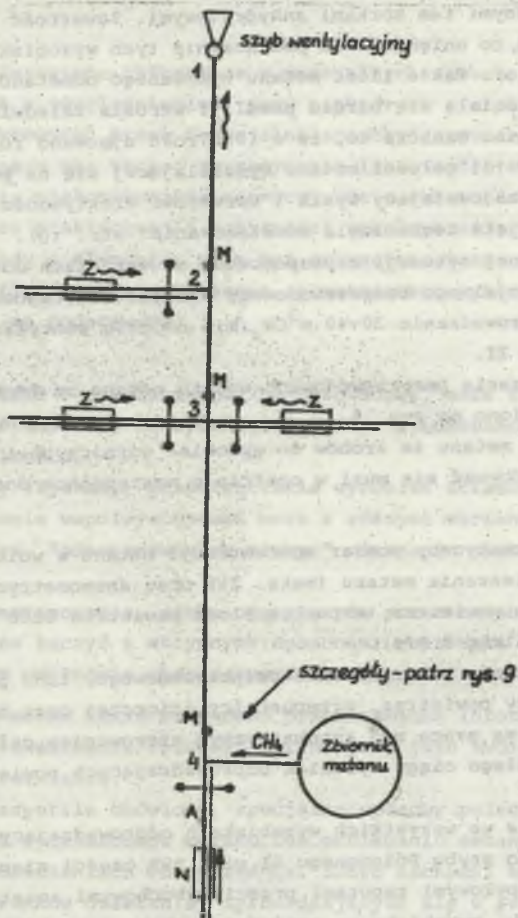
"Próby stosowania odmetanowania zrobów wykonane w chodniku ścianowym 1 i 2 w pokł. 506/507 nie zdają egzaminu z powodu zbyt niskiej koncentracji

<sup>x)</sup> Np. w 1986 r. w kopalniach RJGW w Jastrzębiu % udział ilości ujmowanego metanu wynosił:  
z robót korytarzowych 42,3%, zza tam 29,6%, z robót eksploatacyjnych 28,1%.



Rys. 9. Bezprzewodowe odmetanowanie starych zrobów

Fig. 9. Ductless methane drainage of old goafs



**Legenda:**

- przyływ powietrza świeżego
- przyływ powietrza zużytego
- upływ metanu ze zbiornika
- czujnik metanometryczny
- czujnik anemometryczny
- zapora przecinnybuchowa
- strefa 200m opylania
- zabezpieczenia kratami przed wejściem ludzi

**Uwaga:** ciąg wyrobisk 1-2-3-4 opylany jest do 90% części niepalnych i zabezpieczony zapornami rozstawnymi. Wyklucza się unęczenia elektryczne poza ewentualnością utrzymania linii telefonicznej iskrobezpiecznej.

Rys. 10. Systemy zabezpieczeń przeciwybuchowych przy bezprzewodowym odmetanowaniu starych zrobów

Fig. 10. Explosion-proof protection systems for ductless methane drainage of old goafs

metanu za wykonanymi tam korkami anhydrytowymi. Zawartość ta oscyluje w granicach 15-20%, co uniemożliwia podłączenie tych wyrobisk do sieci odmetanowania" (str. 10). Także ilość metanu ujmowanego odmetanowania w latach 1981 do 1982 zmieniała się bardzo powoli i wzrosła zaledwie z  $8,3 \text{ m}^3 \text{CH}_4/\text{min}$  do  $10,96 \text{ m}^3 \text{CH}_4/\text{min}$ . Oznacza to, że w 1986 roku ujmowano rozbudowaną siecią odmetanowania 10-13% całości metanu wydzielającej się na poz. 1030 m, co trudno uznać za zadowalający wynik ("Wzrostowi efektywności odmetanowania nie sprzyja przyjęta technologia odmetanowania" str. 10).

W przedstawionej sytuacji zaproponowano na warunkach doświadczalnych wprowadzenie specjalnego bezprzewodowego sposobu odmetanowania zrobów ścian. Polega on na odprowadzaniu  $20-40 \text{ m}^3 \text{CH}_4/\text{min}$  do dróg wentylacyjnych w rejonie szybu Północnego II.

Sposób rozwiązania bezprzewodowego upustu metanu ze zrobów ściany w p. 506 przedstawiono na rys. 9.

Odprowadzanie metanu ze zrobów do wyrobisk górniczych i nimi do szybu wentylacyjnego odbywać się musi w oparciu o następujące dodatkowe zabezpieczenia:

1. Stały, automatyczny pomiar koncentracji metanu w wolnych przekrojach poza punktem wymieszania metanu (maks. 2%) oraz anemometryczną kontrolę natężenia przepływu powietrza (aktualną ilość powietrza  $5000 \text{ m}^3/\text{min}$  i prędkość przepływu blisko  $8 \text{ m/s}$ ).

2. Kontrolę układu odmetanowania bezprzewodowego, tzn. przepustnicy metanu, przepustnicy powietrza, przepustnicy zbiorczej oraz mieszalnika metanu. Prowadzone są prace nad automatycznym sterowaniem całym układem.

3. Kontrola całego ciągu wyrobisk odprowadzających powietrze na szymb Północny II.

4. Utrzymywanie we wszystkich wyrobiskach odprowadzających metan z otomowanych zrobów do szybu Północnego II min. 90% części niepalnych oraz zabezpieczenie ich pyłowymi zaporami przeciwwybuchowymi rozstawnymi przy ilości  $1 \text{ kg}$  pyłu/ $\text{m}^3$  wyrobiska na sąsiadujących ze sobą półkach. Ponadto cały ten ciąg wyrobisk powinien być zabezpieczony przez strefy  $200 \text{ m}$  opylania pyłem kamiennym oraz zaporami pyłowymi przeciwwybuchowymi rozmieszczonymi na wszystkich sąsiadujących wyrobiskach.

5. Stosowanie systemu eliminującego możliwość zapłonu metanu w szczególności:

- wyeliminowanie z wyrobisk objętych operacją bezprzewodowego odmetanowania przewodowych urządzeń elektrycznych i sieci elektrycznej pod napięciem przy możliwości utrzymania linii telefonicznej,
- zabezpieczenie kratami i siatką wejścia do rozpatrywanego rejonu. Przekraczanie tych zabezpieczeń możliwe jest tylko za zgodą kierownika wentylacji dla celów badawczych i profilaktycznych.

Na rys. 10 schematycznie przedstawiono istotę zabezpieczeń omówionych powyżej.

## 6. UWAGI KOŃCOWE

W artykule przedstawiono informacje o specjalnych sposobach zwalczania zagrożeń metanowych z uwzględnieniem, przy niektórych z nich, także czynnika zagrożeń wyrzutowych. Przez "specjalne sposoby" rozumiano rozwiązania nietypowe, stosowane u nas raczej sporadycznie lub w ogóle nie stosowane, wreszcie rozwiązania niekonwencjonalne. Oczywiście doboru dokonano pod kątem ich przydatności praktycznej i możliwości wykorzystania.

Wdrażanie sposobów i elementów może być prowadzone także na drodze ich adaptacji do specyfiki kopalni, łączenia, pomocniczego wykorzystywania przy metodach uważanych za podstawowe.

Przykładowo:

- omówione w rozdziale 5 odmetanowanie bezprzewodowe, może stanowić cenne uzupełnienie odmetanowania klasycznego w ogóle, a odmetanowania starych zrobów w szczególności,
- specjalne sposoby (systemy) przewietrzania wyrobisk ścianowych (rozdział 2) szczególnie owocnie współwystępować może z różnymi wariantami odmetanowania, w tym z tzw. "odmetanowaniem słabym" mieszanin niskoprocentowego metanu [10],
- uzupełniające odmetanowanie, słabo odprężonych przez nadebrania pokładów chronionych, można łączyć z aktywnymi sposobami obniżania zagrożenia wyrzutowego w samym pokładzie chroniącym itd.

W pewnym sensie można także traktować przedstawione informacje o specjalnych sposobach zwalczania zagrożeń metanowych, jako swoiste otwarcie dla nowych idei i rozwiązań.

Przykładowo: wszystkie omówione, specjalne sposoby polegają na wentylacyjnym opanowaniu wydzielonego metanu lub odciąganiu metanu ze złoża lub wreszcie obu tych działaniach równocześnie. Skoro zachodzi konieczność wielowariantowych kierunków działania, sprowadzających się w rezultacie do usuwania metanu poza układ dołowych wyrobisk, powstaje pytanie: czy nie można (nie należałoby) przystąpić do działań w ścisłym tego słowa znaczeniu "in situ" - tj. eliminowaniem molekuł metanu w samej strukturze skalnej?

Metody bakteriologiczne i chemiczne mogą stanowić odpowiedni środek do tego właśnie celu. Badania przeprowadzone w Polsce nad zastosowaniem bakterii do utleniania metanu (metylotrofy) oraz bakterii asymilujących  $\text{CO}_2$  wykazały, że jest rzeczą realną oddziaływanie na nasycony metanem lub dwutlenkiem węgla pokład - dla obniżenia jego gazonośności. Przykładowo: utlenianie metanu zachodzi w kilku kolejnych etapach reakcji biochemicznych w obecności zespołu enzymów biokatalizatorów. W warunkach laboratoryjnych jest możliwe obniżenie gazonośności o ponad 40%. Badań dołowych dotąd nie przeprowadzono.

- Systemy komputerowe zapewniające optymalizację stosowania odmetanowania - metanem wydzielającym się z wielu źródeł (urobek, pokłady i skały w strefie zruszenia, zroby, ociosy wyrobisk, fukacze, uskoki gazonośne, odstawa urobku), uwzględniające także katalizującą efektywność oddziaływania metod specjalnych na zagrożenie metanowe i bilans metanowy kopalni,
- tworzenie hermetycznych, ponadwybuchowych, beztlenowych ośrodków w wyrobiskach górniczych, w których robotyzacja umożliwiłaby prowadzenie robót górniczych bez jakichkolwiek zabezpieczeń przeciwwybuchowych.

W przedstawionym ujęciu pomostem między perspektywą walki z metanem a górniczą praktyką dnia dzisiejszego, są specjalne metody zwalczania - rozwijane, udoskonalane i w coraz to większej skali stosowane.

Przy czym, jak wspomniano, ich wielowariantowość najczęściej nie jest alternatywna i zapewnia dużą swobodę i elastyczność w współstosowaniu konkretnych rozwiązań.

#### LITERATURA

1. Frycz A., Kozłowski B.: Przewietrzanie kopalń metanowych. Wyd. Śląsk, Katowice 1979.
2. Mjasnikow A.A., Patruszew M.A.: Osnovy projektirovanija wjentilaczi ugolnych szacht. Wyd. "Njedra", Moskwa 1971.
3. Uszakow K.Z., Burczakow A.S., Mjedwedjedew I.I.: Rudnicznaja aerologia. Wyd. "Njedra" Moskwa 1978.
4. A.T. Airuni, L.M. Zjenkowicz, T.J. Mchatwan: Iskustwienie uwieliczienia zaszcitnowo djeistwia pri razrabotkie wybrosoopasnych plastow. CNIZI "Ugol" Moskwa 1984.
5. A.T. Airuni i inni: Ispolzowanie zaszcitnych plastow na ugolnych szachtach. CNIZI UGOL, Moskwa 1981.
6. Smid, Lat J., Kuba E., Stejskal: Aktive Methoden für die Prevention der Gas und Kohlenausbrüche mittels Gusabsangung und Abwurflosen Sprengarbeit. Vortrage des 11 Kologium Pecs 1986.
7. Matuszewski J.: Kryteria zagrożenia wybuchami metanu i pyłu węglowego w następstwie gwałtownych przemieszczeń górotworu. Praca GIG, 1979.
8. Opracowanie sposobu bezpiecznego odprowadzenia gazów spoza tamy izolującej zroby pokładu 506 w celu obniżenia stężenia metanu na czynnym froncie eksploatacyjnym na poz. 1030 m w KWK "Halemba", opracowanie Zespołu Rzeczoznawców SITG, Katowice, październik 1986.
9. MGİE GIG: Dokumentacja wdrożeniowa wyniku prac badawczych GIG "Metoda NZM zwalczania zagrożeń metanowych w zrobach ścian zawałowych", Katowice 1979.

Recenzenci: Prof. dr hab. inż. Andrzej Frycz

Prof. dr inż. Jerzy Kucharczyk

Wpłynęło do Redakcji w lutym 1987 r.



СПЕЦИАЛЬНЫЕ СПОСОБЫ БОРЬБЫ С НАКОПЛЕНИЕМ МЕТАНА  
ДЛЯ РАЙОНОВ ЛАВ

## Резюме

В статье рассматриваются специальные способы борьбы с метаноопасностью, применяемые для районов лав и прилавовых штреков. Обращено внимание на возможность выступления опасности внезапных выбросов. Представлены:

- специальные способы проветривания сильнометанноопасных лав  $U, X, H$ , снабжая их правилами применения,
- специальные способы борьбы с метаноопасностью в самых углах лав,  $U$
- беспроводное разрежение метана в выработанных пространствах со снабжением системой специальных обеспечений,
- специальные способы обеспечения прилавовых штреков при выработках в прямом ходе.

Подробно рассмотрен механизм создания одгазированной зоны при предохраняющем креплении и разрежении метана, дающем возможность получить эффективное снижение метанообильности начатого угольного пласта на расстоянии 60 - 70 м. от эксплуатационного пласта.

Упомянуто о бактериологических и химических методах снижения метанообильности пластов, рассмотрены также комбинационные методы, гарантирующие исключение или значительное ограничение опасности по метану и газогеодинимике.

SPECIAL MEANS OF METHANE ACCUMULATION COMBATIVITY  
IN LONGWALL AREAS

S u m m a r y

The article is on special methods of a methane hazard control in longwall and longwall gate areas. It also covers an possible hazard.

There has been stated:

- the "U", "Y", and "H" systems of ventilation of high methane level longwall, including servicing instructions,
- special methods of methane hazard control in a longwall corner area,
- ductless methane drainage of old goafs, with special protection system,
- special protection of longwall gate area under advancing mining direction conditions,
- comprehensive outline of working out a methane drained zone by means of safe mining and methane drainage, thus making it possible to reduce effectively a gassiness of overmined seam, up to 60-70 m from a mined seam.

Reference was also made to bacteriological and chemical methods of reducing a seam methane bearing, as well as to special methods enabling to eliminate, or at least substantially reduce, the methane and gas-geodynamic hazards.