

Andrzej WISNIEWSKI

Antoni WYROBEK

Witold RASZCZYK

#### WPLYW TORPEDOWANIA DŁUGIEGO OTWORU DRENAŻOWEGO UKŁADU ODMETANOWANIA NA JEGO WYDAJNOŚĆ

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono wyniki badań nad uaktywnieniem otworu badawczego odwierconego w górotworze nasyconym metanem. Ze względu na niską gazoprzepuszczalność górotworu otworem tym, mimo podłączenia go do układu odmetanowania, praktycznie nie ujmowano gazu złożowego. Celem odgazowania górotworu w rejonie otworu, zastosowano szczelinowanie, opracowując odpowiednią metodykę torpedowania otworu materiałem wybuchowym. Po wykonaniu torpedowania ilość ujmowanego czystego metanu wzrosła do  $0,5 \text{ m}^3$  na minutę.

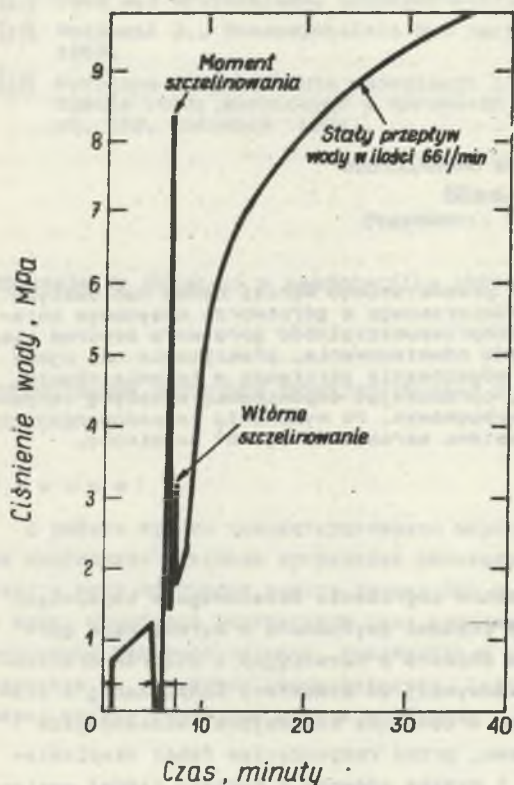
#### 1. WSTĘP

Jedną z metod aktywnego zwalczania zagrożenia metanowego w kopalniach jest odmetanowanie. Odmetanowanie stanowi usytuowana w wyrobiskach górniczych niezależna sieć przewodów złożona z rurociągów i otworów drenażowych. Sieć ta, odizolowana jest zazwyczaj od atmosfery kopalnianej i pracuje pod depresją wytworzoną przez urządzenia zasysające. Wcześniej ujęcie możliwie dużej ilości metanu, przed rozpoczęciem robót eksploatacyjnych, nie zawsze jest możliwe i wynika głównie z rodzaju źródeł występowania metanu oraz z własności górotworu. Najczęściej spotykamy się z warunkami, kiedy maksimum w wydzielaniu się metanu występuje w trakcie robót eksploatacyjnych. Dotychczas stosowane metody wcześniejszego ujęcia większych ilości metanu przed rozpoczęciem eksploatacji w danym rejonie, w górotworze o małej gazoprzepuszczalności, nie dają zadowalających rezultatów.

Celem uintensywnienia procesu odgazowania pokładów węgla w górnictwie radzieckim stosuje się metody fizykochemiczne, stosując do tego celu, np. wodne roztwory szkła wodnego [2]. W górnictwie amerykańskim stosowane jest eksperymentalnie hydrauliczne szczelinowanie pokładów węgla (rys. 1).

Powstałe szczeliny podsadzane są piaskiem. Celem odpowiedniego podsadzania szczelin do rozprowadzenia piasku stosuje się wodny roztwór żelmu [6]. Stwierdzono, że wtlaczając ciecz z piaskiem do otworów wiertniczych szczeliny wytworzyły się tylko w pokładach węgla, zaś parametry wtlaczania cieczy, kształt oraz wymiary ziarenek piasku wypełniającego mają wpływ na długość i szerokość powstałych szczelin. W ten sposób "podparta" piaskiem

szczelina stanowi otwarty, dobrze gazoprzepuszczalny kanał do otworu. Po zastosowaniu hydraulicznego szczelinowania ujęcie gazu zwiększyło się od 5 do 20-krotnie [5].



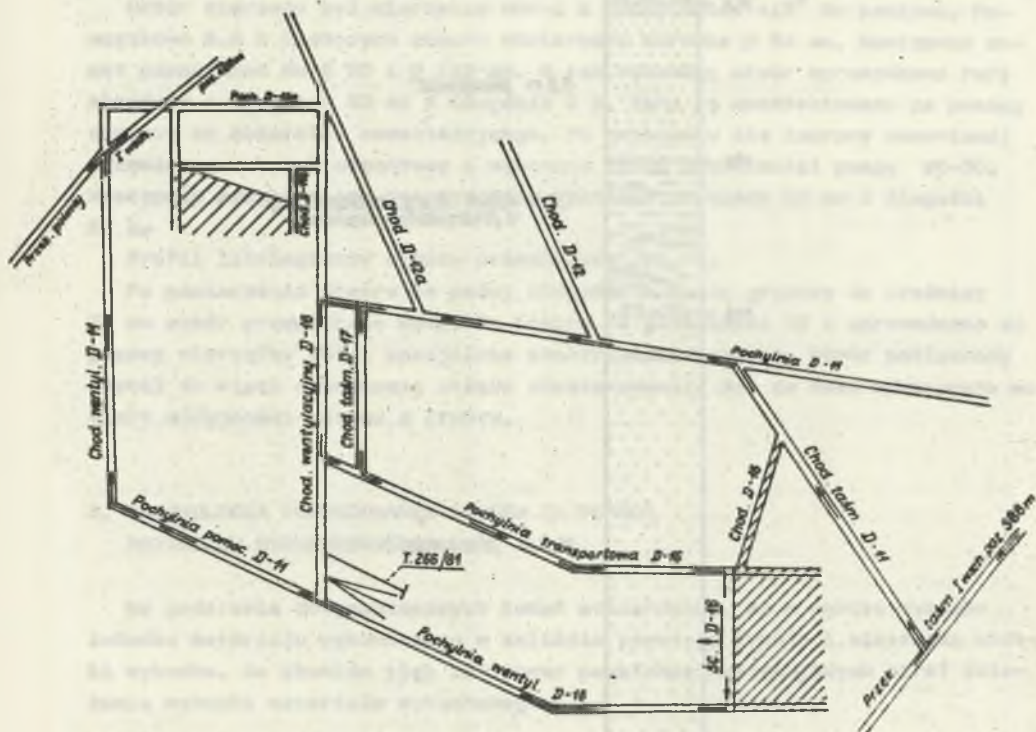
Rys. 1. Hydrauliczne szczelinowanie w poziomie otworze odwierconym w pokładzie nr 3 Pocahontas [5]

W warunkach polskich kopalń metanowych występują rejony, gdzie stosunkowo duże ilości metanu zawarte są w piaskowcach oraz łupkach zapieaszczonych. Przy małej gazoprzepuszczalności górotworu metan ten nie wydziele się do otworów drenażowych odmetanowania, lecz wypływa dopiero w trakcie prowadzenia robót eksploatacyjnych. W artykule podano metodę uaktywnienia nieproduktywnych otworów, mającą na celu ujęcie większych ilości metanu w warunkach małej gazoprzepuszczalności górotworu.

## 2. WARUNKI GÓRNICZO-GEOLOGICZNE WYSTĘPUJĄCE W ROZPATRYWANYM REJONIE KWK "BORYNIA"

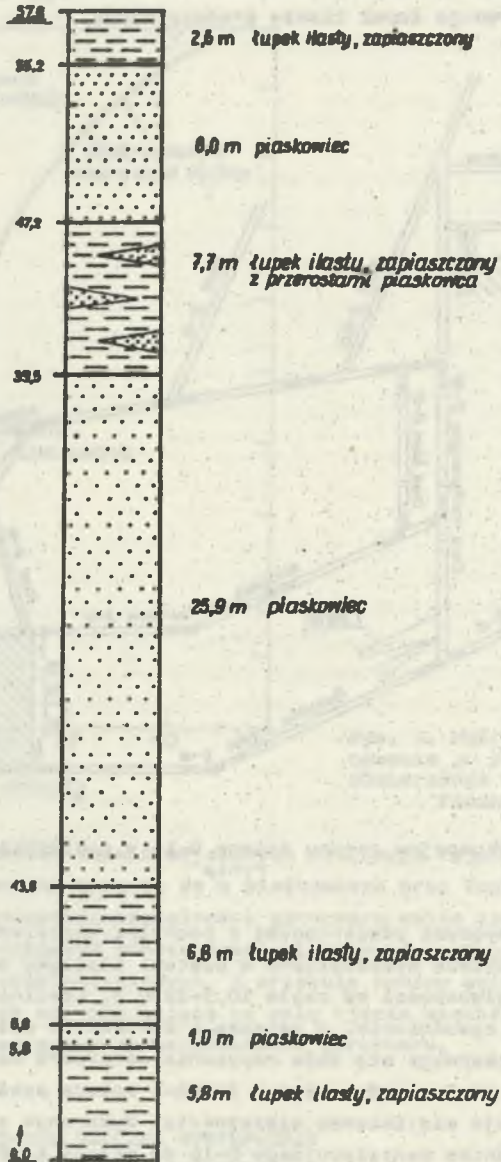
Do prowadzenia badań wybrano rejon D w pokładzie 358/2-3. Pokład ten w rejonie ściany rozcięty został chodnikiem wentylacyjnym D-11, pochylnią wentylacyjną D-16, dowiezchnią D-11, pochylnią transportową D-16 oraz

ehodnikiem wentylacyjnym D-16 (rys. 2). Miąższość pokładu wahała się w granicach od 2,8-3,4 m. Pokład zawierał 2 do 4 przerosty łupku ilastego lub łupku węglowego o łącznej grubości 0,3 do 0,7 m. Bezpośrednio w stropie pokładu występuje łupek ilasty średniotwardy.



Rys. 2. Szkic sytuacyjny rejonu ściany D-16 w pokładzie 358/2-3 K/WK "Borynia"

Otworami badawczymi odwierconymi z pochylni wentylacyjnej D-16 stwierdzono utwory nadkładu wykształcone w postaci łożupku oraz runosu skał karbońskich na głębokości od około 10,5-32,0 m. Lokalnie skały nadkładu wykazywały małe zawodnienie. W związku z obniżeniem się stropu karbonu, w rejonie tym obserwuje się duże nasycenia górotworu metanem, w odległości od 22,5 m - 24,7 m nad pokładem 358/2-3 zalega pokład 358/1. Pokład ten charakteryzuje się zmienną miąższością. Wykonanym otworem badawczym wierconym z chodnika wentylacyjnego D-16 do stropu karbonu nie stwierdzono pokładu 358/1, co świadczy, że w południowej części omawianego rejonu jest on wymyty, wychodnia tego pokładu przebiega nad ścianą D-16 prowadzoną w pokładzie 358/2-3. Ściana D-16 w pokładzie 358/2-3 wybierana była systemem na zawał od pola ze stosowaniem obudowy indywidualnej.



Rys. 3. Profil litologiczny otworu T 266/81

### 3. WYKONANIE OTWORU T-266/81

Otwór badawczy wykonany został zgodnie z dokumentacją sporządzoną przez dział mierniczo-geologiczny i zatwierdzoną przez Kierownika Ruchu Zakładu.

Otwór wiercony był wiertnicą WDP-1 z nachyleniem  $+18^{\circ}$  do poziomu. Początkowo 6,8 m bieżących otworu odwiercono koronką  $\varnothing 64$  mm. Następnie otwór poszerzono do  $\varnothing 80$  i  $\varnothing 115$  mm. W tak wykonany otwór wprowadzono rurę obwodową o średnicy 80 mm i długości 6 m. Rurę tę zacementowano za pomocą cementu ze zbiornika cementacyjnego. Po związaniu się zaprawy cementowej przewiercono korek cementowy i wykonano próbę szczelności pompą WT-30. Następnie przystąpiono do wiercenia otworu o średnicy 65 mm i długości 57 m.

Profil litologiczny otworu przedstawia rys. 3.

Po poszerzeniu otworu na całej długości koronką gryzową do średnicy 75 mm otwór przepłukano wodą. Do otworu na głębokości 50 m wprowadzono za pomocą wiertnicy WDP-1 specjalnie skonstruowaną kotwicę. Otwór podłączony został do sieci drenażowej układu odmetanowania. Raz na dobę wykonywano pomiary wydajności metanu z otworu.

### 4. TECHNOLOGIA TORPEDOWANIA OTWORU ZA POMOCĄ MATERIAŁU WYBUCHOWEGO

Na podstawie dotychczasowych badań stwierdzono, że w wyniku wybuchu ładunku materiału wybuchowego w caliznie powstają trwałe i nietrwałe skutki wybuchu. Do skutków tych zaliczamy powstanie następujących stref działania wybuchu materiału wybuchowego:

- 1) strefy miażdżenia,
- 2) strefy kruszenia,
- 3) strefy spękań,
- 4) strefy drgań.

Strefa miażdżenia leży w najbliższym sąsiedztwie ładunku wybuchowego i najbardziej narażona jest na ciśnienie i temperaturę gazów powybuchowych. Powstają w niej zatem najbardziej widoczne zmiany, tzn. największe rozdrobnienie skały.

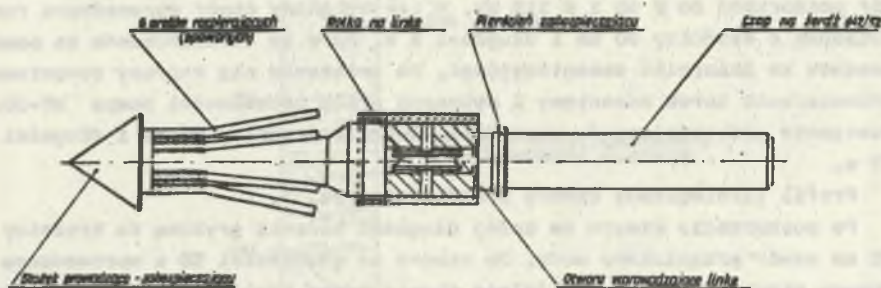
W strefie kruszenia następuje podział calizny na kawałki a ich wielkość rośnie w miarę oddalenia się od ogniska wybuchu.

Strefa kruszenia przechodzi powoli w strefę spękań, która w bardzo małym stopniu narażona jest na działania gazów powybuchowych. Powstałymi szczelinami może swobodnie przepływać wydobywający się z calizny metan.

Najbardziej oddalona od ogniska wybuchu strefa drgań jest zjawiskiem nietrwałym. Drgania te są słabsze im dalej od ogniska zachodzi to zjawisko, aż w pewnej odległości zanikają.

Torpedowanie otworu T-266/81 przeprowadzono zgodnie z metryką strzałową sporządzoną przez dział strzelniczy kopalni "Borynia" przy zachowaniu obowiązujących przepisów.

Jak wspomniano w poprzednim rozdziale, po wykonaniu otworu o średnicy 75 mm i długości 57 m wprowadzono do niego specjalnie skonstruowaną kotwicę (rys. 4) wraz z linką o średnicy 5 mm. Długość linki była taka, aby



Rys. 4. Przyrząd do zakładania ładunków wybuchowych w długich otworach

umożliwiła dołączenie do jednego z końców ładunku materiału wybuchowego i po przejściu przez krążek obrotowy kotwiczki pozwoliła na wciągnięcie materiału wybuchowego do otworu. Kotwica wprowadzona została do otworu za pomocą wiertnicy. Bezpośrednio przed torpedowaniem otwór odcięty został od sieci odmetanowania.

Do torpedowania użyto:

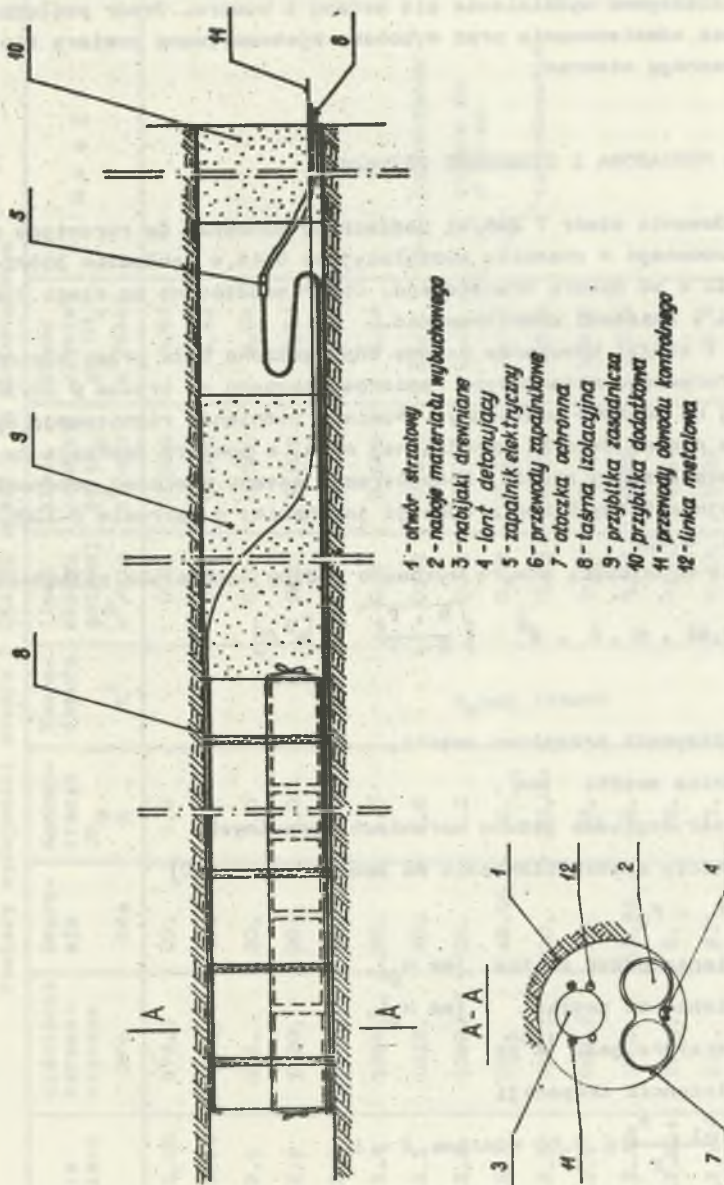
- 1) dynamitu skalnego [G5  $\varnothing$  32 mm] w ilości 40 kg,
- 2) 85 m lontu detonującego, pentrytowego, wodoszczelnego [LDPW],
- 3) dwóch zapalników elektrycznych mostkowych, normalnych momentalnych, kontrolowanych [KZnP].

Przed załadunkiem materiał wybuchowy umieszczony został w otoczkach PCW o długości około 1,5 m jako ładunek dwukolumnowy. Naładowane otoczki z materiałem wybuchowym, lont pentrytowy i przewód kontrolny zostały umocowane do nabijaków drewnianych i linki metalowej (rys. 5).

W miarę doczepiania otoczek z materiałem wybuchowym, za pomocą linki materiał wciągnięty został do otworu. Całkowita długość ładunku wynosiła 20 m. Po wciągnięciu materiału wybuchowego do otworu wykonano przybitkę z gliny i pyłu kamiennego. Pył kamienny i glina zostały uprzednio naładowane do otoczek PCW.

Do wystających na zewnątrz otworu dwóch końców lontu pentrytowego umocowano dwa zapalniki elektryczne, mostkowe, normalne, momentalne, kontrolowane.

Po skontrolowaniu obwodu strzelniczego, wycofaniu ludzi na odległość 100 m od otworu i rozstawieniu posterunków obstawy dokonano odpalenia



Rys. 5. Konstrukcja ładunku materiału wybuchowego do torpedowania długiego otworu

materiału wybuchowego za pomocą zapalarki elektrycznej TZK 100 G [transystorowa zapalarka kondensatorowa].

Efektem strzelania był silny wstrząs górotworu, wpływ gazów postrzałowych oraz intensywne wydzielanie się metanu z otworu. Otwór podłączony został do sieci odmetanowania oraz wykonano systematyczne pomiary ilości metanu ujmowanego otworem.

## 5. METODYKA POMIAROWA I STOSOWANE PRZYRZĄDY

Po torpedowaniu otwór T 266/81 podłączono ponownie do rurociągu metanowego usytuowanego w chodniku wentylacyjnym D-16 w pokładzie 358/2-3 w odległości 10 m od otworu drenażowego. Otwór podłączono do sieci zgodnie z przepisami i zasadami odmetanowania.

Z otworu T 266/81 mieszanka gazowa odprowadzona była przez odcinek pomiarowy do rurociągu metanowego. Pomiarów dokonano na kryzie  $\varnothing$  50/30 mm zamontowanej na odcinku pomiarowym. Pomiary ciśnienia różnicowego wykonywane były za pomocą U-rurki wypełnionej wodą, a pomiary depresji za pomocą U-rurki wypełnionej rtęcią. Koncentrację metanu mierzono metanomierzem interferencyjnym firmy Riken produkcji japońskiej o zakresie 0-100% z dokładnością ok. 0,1%.

Obliczenia wydajności otworu wykonano według poniższych zależności:

$$V_n = 0,66 \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot d^2 \cdot \sqrt{\frac{h \cdot P_2}{S \cdot T}} \quad [m^3/h],$$

gdzie:

$\alpha$  - współczynnik przepływu zwężki,

$d$  - średnica zwężki [cm],

$S$  - gęstość względna gazu w warunkach normalnych,

$h$  - mierniczy spadek ciśnienia na zwężce [mm H<sub>2</sub>O]

$$h = P_1 - P_2,$$

$P_1$  - ciśnienie przed zwężką [mm Hg],

$P_2$  - ciśnienie za zwężką [mm Hg],

$T$  - temperatura gazu [K<sup>0</sup>],

$\varepsilon$  - współczynnik ekspansji

$$\text{gdy } \frac{P_1 - P_2}{P_2} \leq 0,03 \text{ wówczas } \varepsilon = 1.$$

Ww. wartości ciśnienia mierzone były wodnymi i rtęciowymi manometrami różnicowymi - stąd stosowane jednostki mm H<sub>2</sub>O i mm Hg [PN-55/M-53950].

Wyniki pomiarów podano w tabeli 1.



Tabela 1

Pomiary wydajności otworu T 266/81 przed i po torpedowaniu

Lp.	Data pomiaru	Ciśnienie barometryczne hPa	Depresja hPa	Koncentracja CH <sub>4</sub> %	Temperatura K°	Ilość mieszkazowej m <sup>3</sup> /min	Ilość czystego CH <sub>4</sub> m <sup>3</sup> /min	Ilość czystego CH <sub>4</sub> m <sup>3</sup> /dobę	U w a g i
1	82.1.30	974,6	20.	3,0		0,2	0,006	8,64	
2	82.1.31	977,3	20.	3,0		0,2	0,006	8,64	
3	82.2.1	992,	20.	3,0		0,2	0,006	8,64	
4	82.2.2	1000,	20.	3,0		0,2	0,006	8,64	
5	82.2.3	1002,7	20.	3,0		0,2	0,006	8,64	
6	82.2.4	1004,	20.	3,0		0,2	0,006	8,64	
7	82.2.5	1012,	20.	7,0		0,21	0,015	21,6	poszerzenie
8	82.2.6	1000,	20.	7,0	2880	0,21	0,015	21,6	otworu do $\varnothing$ 75 mm
9	82.2.7	992,	46,66	90,	2880	0,59	0,53	763,2	torpedowanie
10	82.2.8	989,3	20,	60,	Const	0,53	0,32	460,8	
11	82.2.9	990,7	20,	30,		0,38	0,11	158,4	
12	82.2.10	1000,	13,33	25,		0,34	0,09	129,6	
13	82.2.11	998,7	8,	15,		0,24	0,04	57,6	
14	82.2.12	996,	8,	7,		0,23	0,02	28,8	
15	82.2.13	994,7	8,	4,		0,21	0,008	11,5	
16	82.2.14	994,7	8,	2,		0,21	0,004	5,8	
17	82.2.15	997,3	8,	2,		0,21	0,004	5,8	

## 6. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Stosowane dotychczas metody zwiększenia efektywności odgazowania polegają na:

- a) dobraniu do danych warunków odpowiednich technologii odgazowania wyrobisk przygotowawczych i eksploatacyjnych,
- b) zwiększeniu ilości odwierconych otworów drenazowych,
- c) regulacji depresji w sieci odmetanowania.

W oparciu o przeprowadzone w KWK "Borynia" pomiary i obserwacje stwierdzono, że torpedowanie otworu materiałem wybuchowym powoduje gwałtowny wpływ metanu z otworu.

Na podstawie wykonanych pomiarów przed i po torpedowaniu otworu T-266/81 stwierdzono gwałtowny wzrost koncentracji metanu z 7% przed torpedowaniem do 90% po torpedowaniu (rys. 6) oraz wzrost wypływu metanu z  $0,015 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{min}$  do  $0,53 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{min}$  (rys. 7).

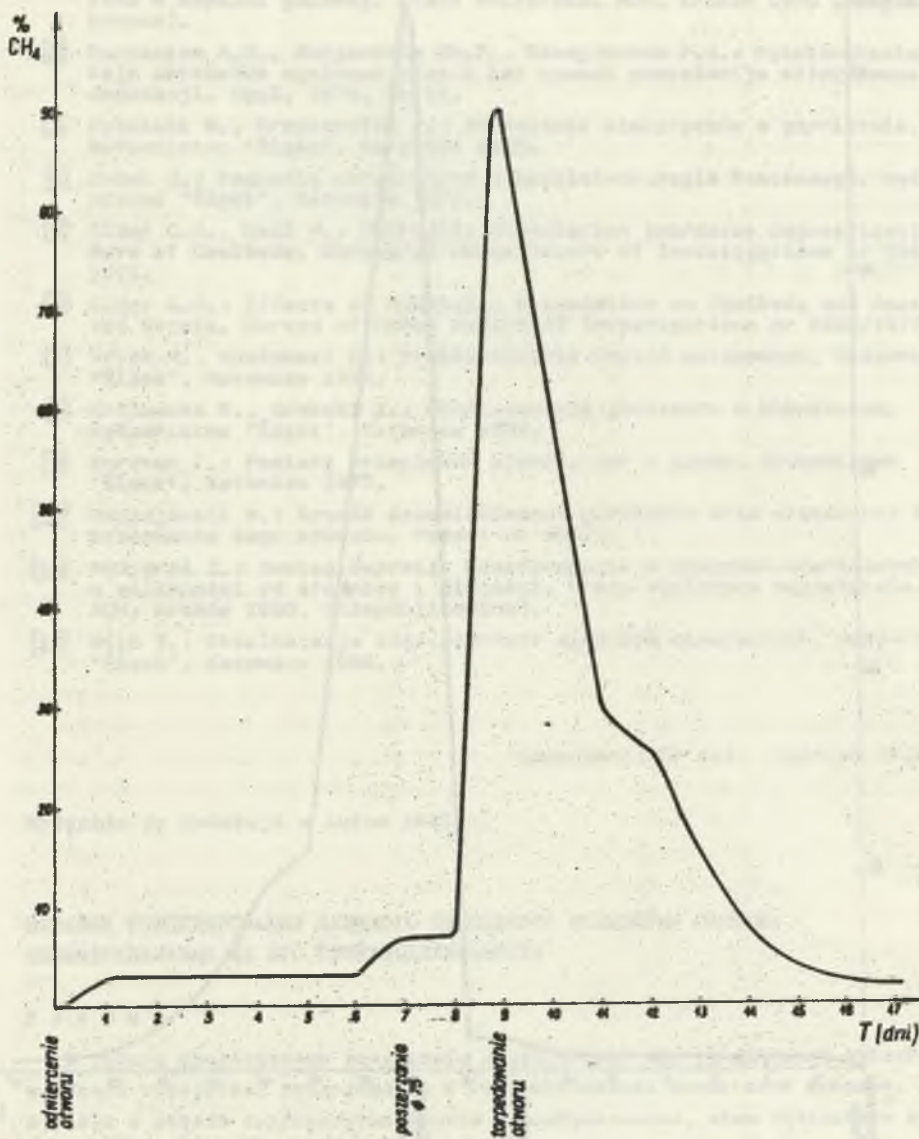
Po torpedowaniu wystąpił 7-dniowy okres wzmożonej aktywności otworu, z którego wydzielilo się  $1610 \text{ m}^3$  czystego metanu, podczas gdy przed torpedowaniem w przeciągu 7 dni wydzielilo się  $60,5 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$ .

Torpedowanie otworu T-266/81 wywarło wpływ na nieproduktywne od marca 1981 r. otwory metanowe znajdujące się w odległości od 10 do 20 m od torpedowanego otworu. W otworach tych stwierdzono wzrost wypływu i koncentracji metanu.

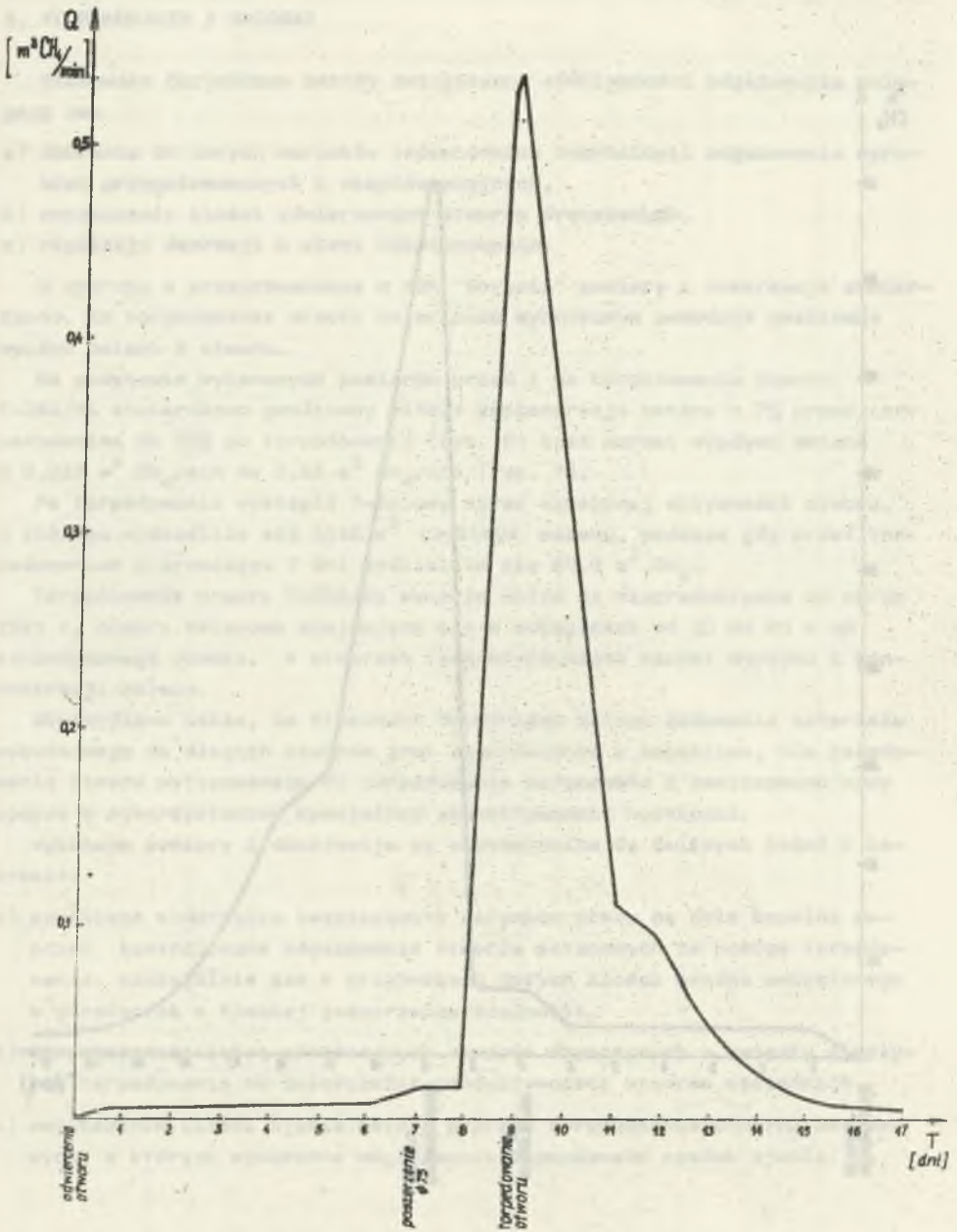
Stwierdzono także, że stosowana dotychczas metoda ładowania materiału wybuchowego do długich otworów jest czasochłonna i uciążliwa. Dla załadowania otworu wytypowanego do torpedowania opracowano i zastosowano nowy sposób z wykorzystaniem specjalnie skonstruowanej kotwiczki.

Wykonane pomiary i obserwacje są przyczynkiem do dalszych badań w zakresie;

- a) szybkiego stwarzania bezpiecznych warunków pracy na dole kopalni poprzez kontrolowane odgazowanie otworów metanowych za pomocą torpedowania, szczególnie zaś w przypadkach dużych ilości metanu uwięzionego w górotworze o niskiej gazoprzepuszczalności,
- b) zmniejszenia ilości odwierconych otworów drenazowych w związku z wpływem torpedowania na zwiększenie produktywności otworów sąsiednich,
- c) zwiększenia ilości ujęcia metanu poprzez torpedowanie otworów metanowych, w których wymuszone odgazowanie spowodowało spadek ujęcia.



Rys. 6. Wykres zmian koncentracji CH<sub>4</sub> w ujawianym gazie przed i po torpedowaniu otworu T 266/81



Rys. 7. Wykres zmian wydajności metanu ujmowanego przed i po torpedowaniu otworu T 266/81

## LITERATURA

- [1] Ciał Z.: Wpływ depresji w otworze drenazowym na ilość ujmowanego metanu w kopalni gazowej. Praca doktorska, AGH, Kraków 1976 (niepublikowana).
- [2] Burczakow A.S., Wasjuczow Ju.F., Sznajdaran F.S.: Fiziko-chemická obrabotka uogolnowo płaata kak sposob powyżeniya effektivnosti degazaczi. Ugol, 1971, nr 11.
- [3] Cybulaki W., Krzysztofik P.: Strzelanie elektryczne w górnictwie. Wydawnictwo "Śląsk", Katowice 1970.
- [4] Dudek J.: Technika strzelnicza w kopalniach węgla kamiennego. Wydawnictwo "Śląsk", Katowice 1973.
- [5] Elder C.H., Deul M.: Hydraulic Stimulation Increases Degasification Rate of Coalbeds. Bureau of Mines Report of Investigations nr 8047/1975.
- [6] Elder C.H.: Effects of Hydraulic Stimulation on Coalbeds and Associated Strata. Bureau of Mines Report of Investigations nr 8260/1977.
- [7] Frycz A., Kozłowski B.: Przewietrzanie kopalń metanowych. Wydawnictwo "Śląsk", Katowice 1979.
- [8] Kozłowski B., Grębski Z.: Odmetanowanie górotworu w kopalniach. Wydawnictwo "Śląsk", Katowice 1982.
- [9] Kuratow T.: Pomiary przepływów cieczy, par i gazów. wydawnictwo "Śląsk", Katowice 1977.
- [10] Maciejewski W.: Sposób szczelinowania górotworu oraz urządzenia do stosowania tego sposobu. Patent nr 58621.
- [11] Mędygrał Z.: Zasięg depresji odmetanowania w otworach drenazowych w zależności od średnicy i długości. Praca dyplomowa magisterska. AGH, Kraków 1980, (niepublikowana).
- [12] Wilk Z.: Eksploatacja złóż płynnych surowców mineralnych. Wydawnictwo "Śląsk", Katowice 1969.

Recenzent: Dr inż. Zdzisław GRĘBSKI

Wpłynęło do Redakcji w lutym 1985 r.

ВЛИЯНИЕ ТОРПЕДИРОВАНИЯ ДЛИННОГО ДРЕНАЖНОГО ОТВЕРСТИЯ СИСТЕМОЙ  
ОБЕЗМЕТАНИВАНИЯ НА ЕГО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Р е з ю м е

В работе представлены результаты исследований над увеличением активности пробного отверстия, сделанного в горообразовании насыщенном метаном. В связи с низкой газопроницаемостью горообразования, этим отверстием практически не brano залежного газа, хотя был он подсоединён к системе обезметанивания. С целью удаления газа из горообразования в районе отверстия применен метод трединоватости, разработывая соответствующую методику торпедирования отверстия взрывчатым материалом. После проведения торпедирования величина изъятото чистото метана возросла до  $0,5 \text{ м}^3$  в минуту.

THE EFFECT OF SHOOTING A LONG DRAINAGE HOLE OF A DEMETHANIZATION SYSTEM ON ITS OUTPUT

Summary

In the paper are presented test results on activating an exploratory hole bored in rock mass saturated with methane. Because of low gas permeability of the rock mass, practically no deposit gas was taken out in spite of connecting it to the demethanization system. For the purpose of outgassing the rock mass in the region of the hole, fissuring was used while developing a suitable methodics of shooting the hole with explosive materials. After the shooting, the quantity of pure methane taken out increased to 0,5 m<sup>3</sup> per minute.