

O cyrkulacji atmosfery w otamowanym rejonie ściany wydobywczej

WACŁAW TRUTWIN

*ITI EMAG, ul. Leopolda 31, 40-189 Katowice
Instytut Mechaniki Górotworu PAN, ul. Reymonta 27, 30-059 Kraków*

JANUSZ CYGANKIEWICZ

Główny Instytut Górnictwa, Plac Gwarków 1, 40-166 Katowice

Streszczenie

Praca stanowi próbę interpretacji wyników badań rozprzestrzeniania się gazów w przestrzeni otamowanej rejonu ściany wydobywczej (Rys. 1) przy pomocy gazu znacznikowego (sześćciofluorku siarki, SF_6). Pierwotnym celem tych badań było określenie szczelności otamowanej przestrzeni w związku z koniecznością określenia warunków jej bezpiecznego otwarcia. Analiza przebiegów czasowych stężeń SF_6 w próbkach pobieranych na poszczególnych tamach, zwłaszcza T-1 i T-2, daje asumpt do hipotezy, że w przestrzeni otamowanej ma miejsce cyrkulacja gazów. W szczególności, taka migracja gazów odbywa się w chodniku podścianowym F-22c, ścianie F-22, chod. nadścianowym F-22b, F-22a. Wielkości podane w Tabl. 1 i 2, które charakteryzujące przepływ gazów w tym układzie wyrobisk, są wielkościami przybliżonymi.

Potwierdzenie dalszymi badaniami występowania zjawiska cyrkulacji w przestrzeni otamowanej może przyczynić się do lepszego poznania procesu gaszenia pożaru w przestrzeni otamowanej rejonu ściany wydobywczej,

Słowa kluczowe: aerologia górnicza, otamowane pole pożarowe, cyrkulacja atmosfery kopalnianej

Badanie migracji gazów w otamowanym rejonie ściany wydobywczej polegało na podaniu gazu znacznikowego oraz wykrywaniu jego obecności w próbach gazu pobieranych z wybranych miejsc. Jako gazu znacznikowego użyto $0,23 \text{ m}^3$ sześćciofluorku siarki (SF_6) o masie 1500 g. Iniekcji do przestrzeni otamowanej dokonano przez rurociąg, który stosowano do podawania gazów inertnych (obojętnych).

Miejsca iniekcji oraz pobierania prób gazu do analizy chromatograficznej pokazano na rys. 1.

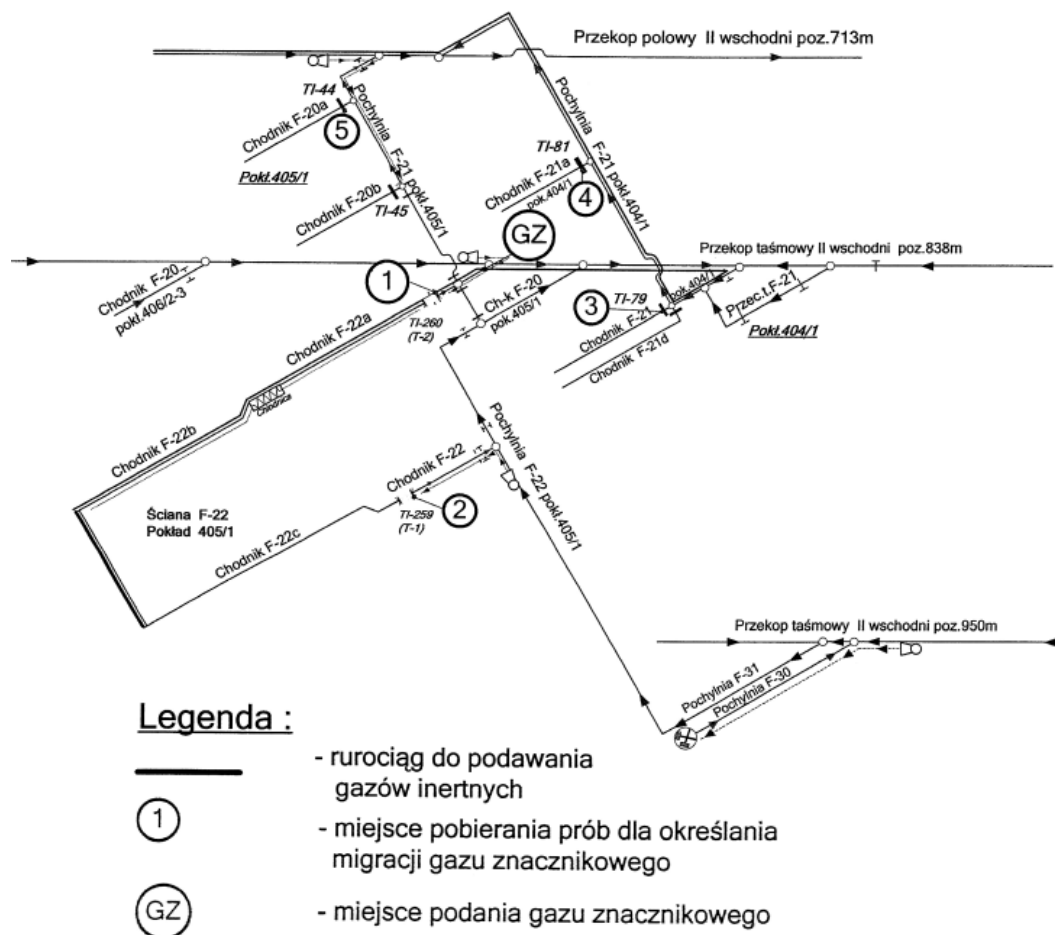
Gaz znacznikowy podano 15 lipca 2008 r. o godz. 9⁵⁸. Równocześnie rozpoczęto systematyczne pobieranie prób gazu w wybranym miejscu. Pobieranie prób zakończono 17.07.2008 r. o godz. 5⁰⁰.

Próby pobierano do strzykawek, a zawartość SF_6 określano za pomocą chromatografu Shimadzu GC-14B z detektorem ECD-14. W czasie badań przeanalizowano łącznie 190 prób gazu.

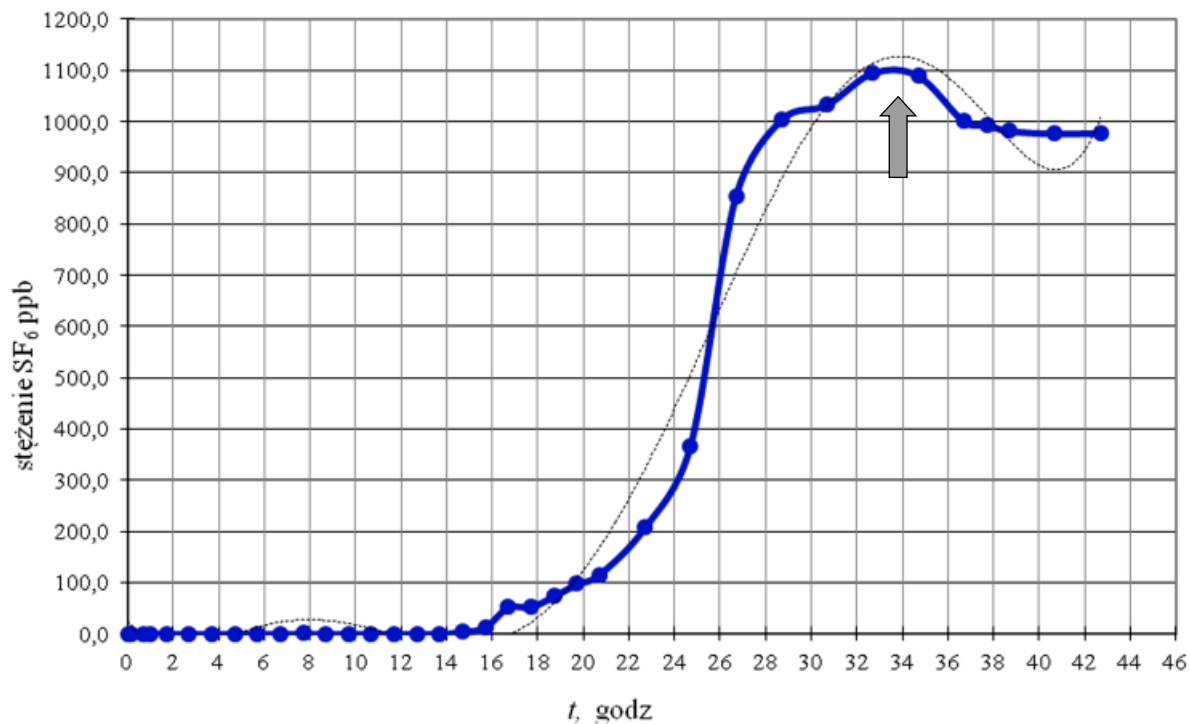
Wyniki analiz chemicznych w postaci stężenia SF_6 podano w ppb, przy czym 1 ppb stanowi 10^{-9} części objętościowej.

Na podstawie tablicy sporządzono wykres zawartości gazu znacznikowego w pobranych próbach gazów (rys. 2 do 6).

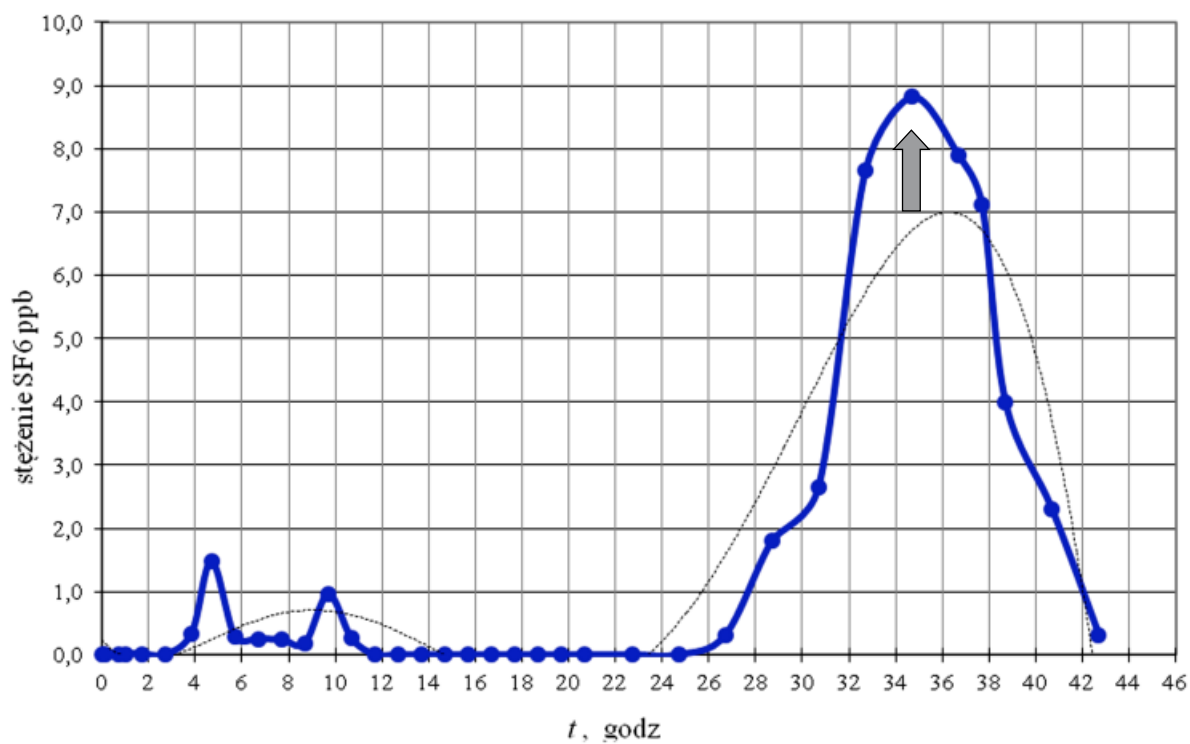
Rozprzestrzenianie gazu znacznikowego w otamowanej przestrzeni pokazują czasy jego pojawiania się w miejscach pobierania próbek. W tabl. 1 podane czasy pojawienia się czoła gazu znacznikowego oraz maksymalnej wartości jego stężenia od chwili jego podania.



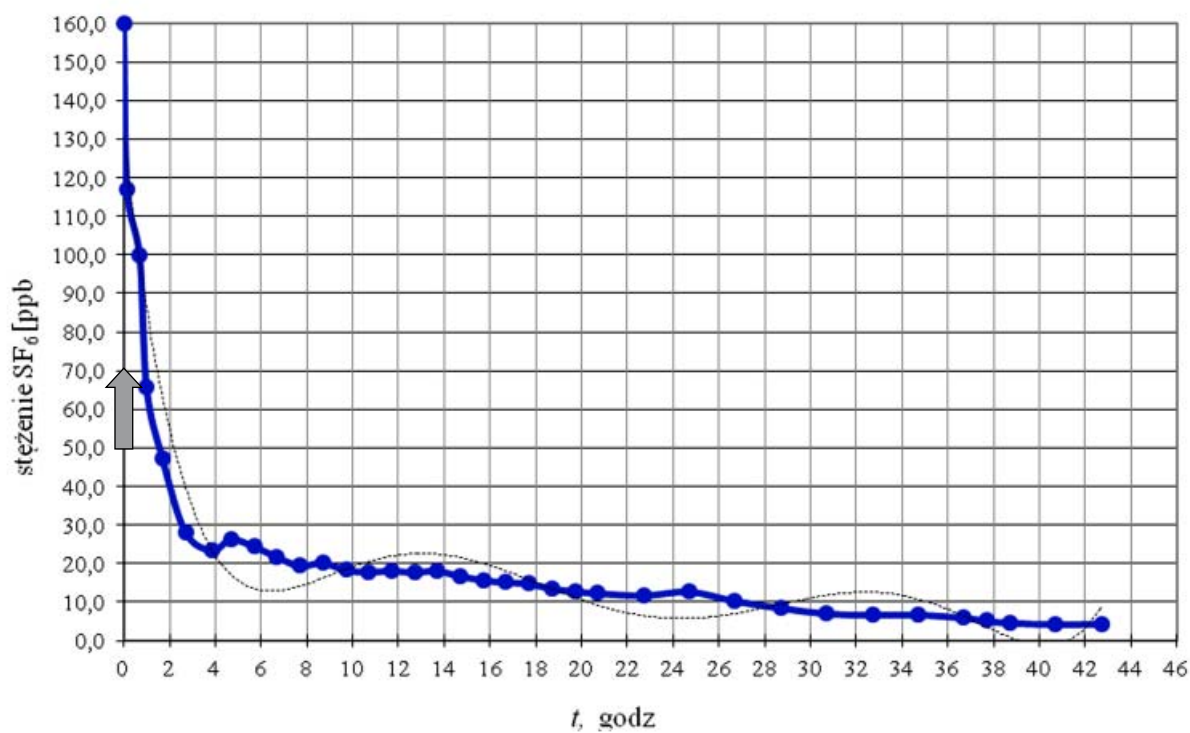
Rys. 1. Miejsce iniekcji i pobierania próbek gazu znacznikowego w rejonie ściany F-22



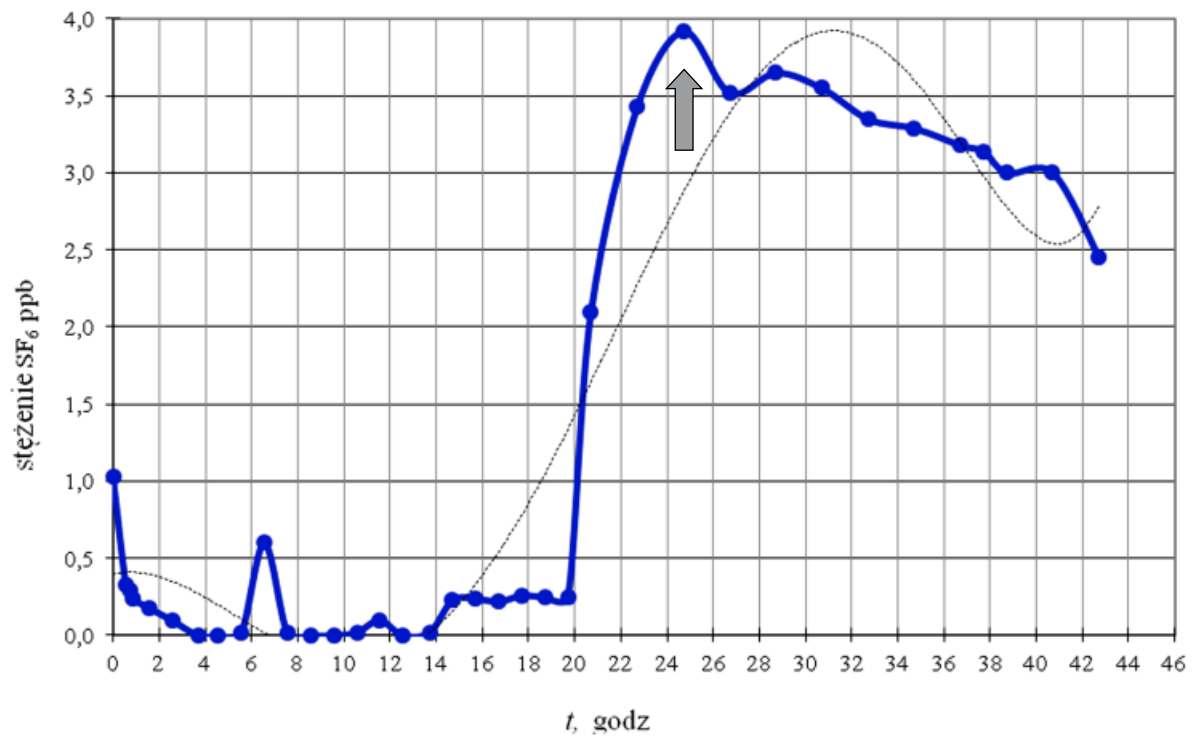
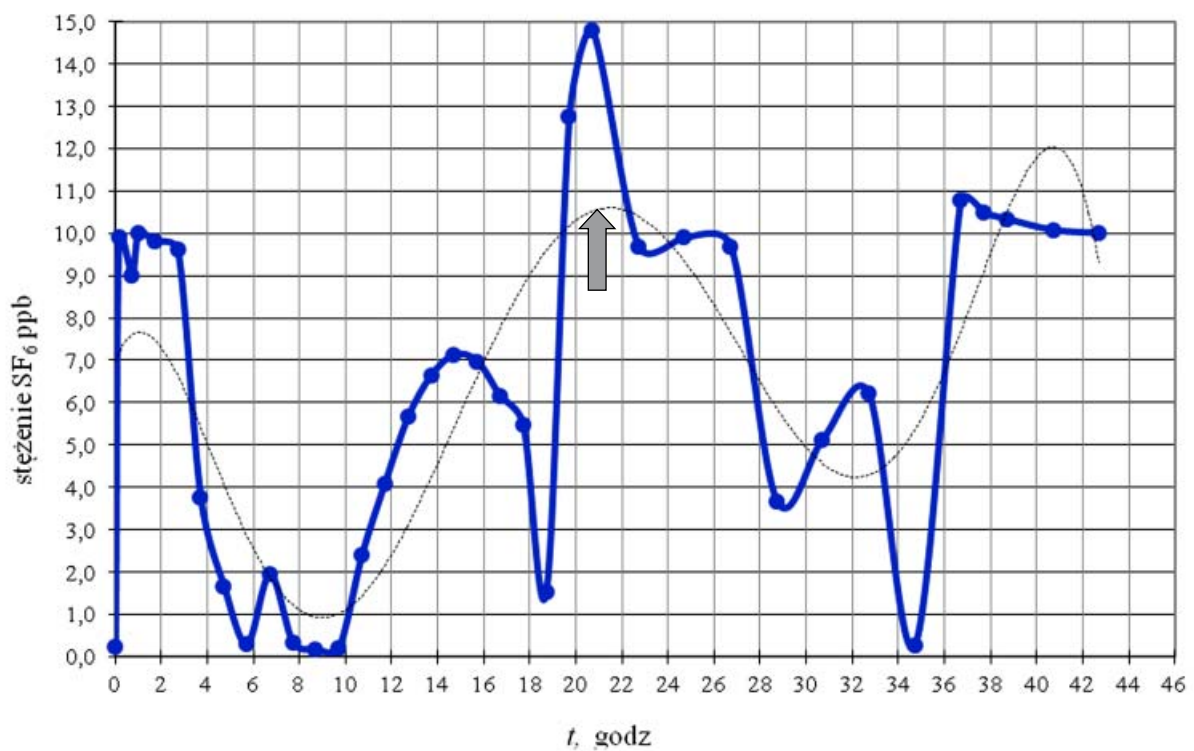
Rys. 2. Stężenie SF₆ za tamą TI-260 (T-2) w chodniku F-22a, pokł. 405/1



Rys. 3. Stężenie SF6 za tamą TI-259 (T-1) w chodniku F-22, pokł. 405/1



Rys. 4. Stężenie SF6 za tamą TI-79 w chodniku F-21, pokł. 405/1

Rys. 5. Stężenie SF₆ za tamą TI-81 w chodniku F-21a, pokł. 405/1Rys. 6. Stężenie SF₆ za tamą TI-44 w chodniku F-22a, pokł. 405/1

Tabl. 1. Czasy propagacji, migracji gazu znacznikowego w rejonie ściany F-22

Lp.	Miejsce pomiaru	Czoło stężenia, godz.	Stężenia max, godz.	Uwagi
P-1	Zza tamy TI-260 (T-2)	16	34	
P-2	Zza tamy TI-259 (T-1)	25	35	
P-3	Zza tamy TI-79	0,54	0,72	*
P-4	Zza tamy TI-81	20	25	
P-5	Zza tamy TI-44	0,54	20,7	*

* – wątpliwa interpretacja pomiaru

Pomiary wykonane w miejscach oznaczonych jako P-3, P-5 wskazują na to, że propagacja znacznika gazowego z miejsca podania do miejsca pobierania próbek odbywa się nie tylko przez zroby. Migracja gazu odbywa się prawdopodobnie także przez inne połączenia, co, w konsekwencji, uniemożliwia jednoznaczną interpretację wyników w świetle przyjętych założeń pomiarowych.

Lokalizując wypływ gazu znacznikowego do przestrzeni otamowanej w górnym narożu ściany F-22 łatwo wyznaczyć średnie prędkości migracji tego gazu do miejsc pobierania próbek przy tamach: TI-260 (T-2), TI-259 (T-1). Umożliwia to stosunkowo dokładne określenie odległości i czasów migracji gazu znacznikowego od miejsca iniekcji do punktów poboru próbek. W tabl. 2 przedstawione zostały wyniki obliczeń prędkości migracji, a właściwie prędkości przepływu mieszaniny gazów między określonymi punktami otamowanego rejonu. Przez v_m oznaczona jest prędkość przepływu wynikająca z przebytej przez mieszaninę drogi l oraz czasu t_m pojawienia się tzw. czoła gazu znacznikowego. Prędkość v_m może być kojarzona z prędkością maksymalną, która wynika z profilu przepływu płynu lepkiego w przewodach. Wielkością v określona jest prędkość przepływu, którą definiuje odległość l oraz czas t pojawienia się wartości maksymalnej stężenia gazu znacznikowego.

Tabl. 2. Prędkości migracji gazów w wyrobiskach otamowanego rejonu ściany F-22

1	Droga migracji od miejsca iniekcji do tamy	T-2	T-1
2	Długość drogi l , m	678	688
3	Czas migracji t , godz.	34	35
4	Czas migracji t_m , godz.	16	25
5	Prędkość migracji v , m/min	0,332	0,327
6	Prędkość migracji v_m , m/min	0,706	0,459
7	Iloraz v_m/v	2,126	1,404

Średnia prędkość (z przekroju) przepływu mieszaniny gazów v_{sr} jest odpowiednio mniejsza od v_m w zależności od charakteru przepływu. W przypadku przepływu laminarnego v_{sr} będzie dwukrotnie mniejsza od v_m .

Ważnym wnioskiem, który płynie z powyższych badań jest dowód, że w ciągu chodników podścianowych F-22, F-22c, ściana F-22, chodników nadścianowych F-22b oraz F-22a zamkniętych tamami T-1 i T-2 ma miejsce cyrkulacja atmosfery w otamowanym rejonie ściany F-22 (Rys. 7). Przepływ ten odbywa się z wymianą masy i ciepła z górotworem, zwłaszcza, ze zrobami w ścianie. Wymiana masy i ciepła odbywa się również między przeciwbieżnymi strugami gazów, które płyną w wyrobiskach. Zjawisko takiej cyrkulacji ma teoretyczne uzasadnienie. Warunkiem powstania cyrkulacji w wyrobiskach kopalnianych, nie tylko pochyłych, jest występowanie odpowiednich gradientów temperatury, ciśnienia (J. Litwiniszyn, prądy wsteczne, [3]) oraz nierównomierny rozkład gęstości w mieszaninie gazów, ponadto różnice wysokości. Warunki te występują w otamowanych polach pożarowych kopalń, w tym także otamowanym rejonie ściany F-22.

Dla oceny wpływu cyrkulacji na zmiany stanu atmosfery w otamowanym rejonie ściany F-22 wyznaczmy czas jednokrotnej wymiany mieszaniny gazów wskutek tego zjawiska w chodnikach nadścianowym F-22a, F-22b.

Łatwo wyliczyć, że przy założeniu laminarnego przepływu mieszaniny gazu czas ten wynosi 4×16 godzin tj.: 64 godziny, czyli 2 dni 16 godzin (Tabl. 2).

Z powyższego widać z jaką prędkością zmiany w składzie mieszaniny gazowej mogą się przemieszczać w całej otamowanej przestrzeni. Cyrkulacja przyczynia się zatem do tego, że stężenie metanu po zamknięciu rejonu stale wzrasta we wszystkich wyrobiskach, także przy intensywnej inertyzacji [2].

W świetle powyższego wynika, że jeżeli, inertyzacja poprzedzająca otwarcie rejonu, ma być skuteczna, to konieczne jest jej staranne przygotowanie.

Literatura

1. *Określenie czasu i warunków bezpiecznego otwarcia rejonu ściany nr. F-22 w pokł. 405/11g na poz. 838 na poz. 665 m Jastrzęskiej Spółki Węglowej S.A., KWK Borynia*, Opracowanie dla WUG, Katowice, (2008). Autorzy W. Trutwin, J. Cygankiewicz
2. Trutwin W., *Uwagi na temat stosowania gazów obojętnych (azotu, dwutlenku węgla) do gaszenia pożaru w otamowanym polu rejonu wydobywczego*. Prace Instytutu Mechaniki Górotworu PAN, (2010), T. 12, Z. 1-4, pp. 253-259
3. Litwiniszyn J. *Prądy wsteczne w wyrobiskach*. Przegląd Górniczy, (1952, nr 6.

On Circulation of Mine Atmosphere in a Sealed-off Area

Abstract

Tracer gas used in order to detect leaks of gases from a sealed-off area in a mine [1] revealed, that in headings and workings which have been sealed-off may occur circulation of gases. This conclusion is the result of observation of the tracer gas concentration behind the stops T-1 and T-2 after the injection of the gas through a pipe line in the long wall F-22 (Fig. 1). From diagrams (Figs. 2-6) of the tracer gas concentration vs. time can be seen the propagations of the gas between the source and the stops. Tables 1 and 2 are presenting data concerning estimates of the average velocity of flow of the circulating gases in the sealed-off area. Further research concerning circulation of gases in sealed-off areas should be carried out in order to get more detail characterizing this process. These details may be useful in the case when fire fighting in sealed-off areas is carried out by use of inert gases.

Keywords: mine ventilation, sealed off area, underground fires, circulation of gases in workings