ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1983

Seria: GÓRNICTWO z. 118 Nr kol. 730

Józef ULIASZ

ZOBOJĘTNIANIE DWUTLENKIEM WĘGLA WYBUCHOWYCH WŁAŚCIWOŚCI MIESZANIN GAZÓW PALNYCH Z POWIETRZEM

Streszczenie. Podano wyniki badań nad wybuchowością mieszanin gazów palnych z powietrzem i dwutlenkiem węgla przy różnych stężeniach składników palnych tych mieszanin.

1. Wprowadzenie

Bezpieczeństwo oraz efektywność likwidacji podziemnych pożarów wzrastają w przypadku zastosowania na szeroką skalę gazów obojętnych. Pierwsze próby z wykorzystaniem gazów obojętnych przeprowadzano z użyciem azotu lub dwutlenku węgla dostarczanych na miejsce akcji w butlach. Próby te ograniczone były do bardzo małych pól pożarowych ze względu na ograniczone możliwości podawania gazów obojętnych.

Skonstruowanie i zastosowanie przemysłowe agregatu gaśniczego GAG (Gazowy Aparat Gaśniczy) pozwala na masowe podawanie do pola gazów obojętnych, wydajność tego urządzenia dochodzi do 1000 m^3/min. Działanie agregatu GAG oparte jest na zasadzie pełnego spalania w silniku odrzutowym paliwa płynnego, istnieje możliwość kontrolowania składu chemicznego spalin.

Objętościowy skład wytwarzanych gazów dla współczynnika nadmiaru powietrza $\lambda = 1.1$ przy pracy agregatu ze schładzaczem wodnym i azotowym jest następujący:

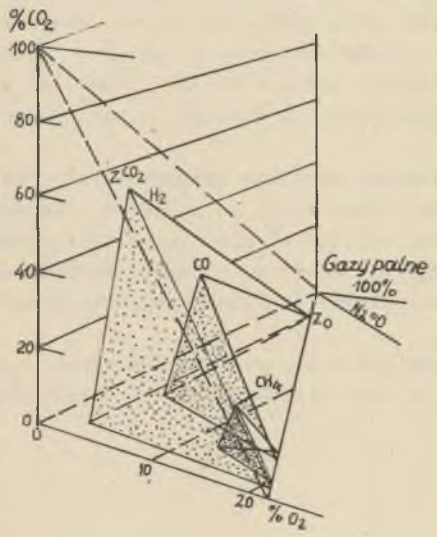
- za dopalaczem
  - N_2 - 72,3%
  - CO_2 - 11,3%
  - O_2 - 1,78%
  - H_2O - 14,6%
- za dyfuzyjnym schładzaczem wodnym
  - NO_2 - 30,3%
  - CO_2 - 4,7%
  - O_2 - 0,74%
  - H_2O - 64,3%

- za dyfuzyjnym schładzaczem azotowym
  N_2 - 95,2%
  CO_2 - 2,2%
  O_2 - 0,2%
  H_2O - 1,4%.

Korzystne oddziaływanie gazów obojętnych na stan pożaru polega na obniżeniu zawartości tlenu i gazów palnych.

Obniżenie zawartości tlenu do 8% uniemożliwia wybuch gazów pożarowych, do 3% powoduje całkowite ugaszenie palącego się węgla. Z innych korzystnych własności gazów obojętnych wymienić należy chłodzące własności azotu i dwutlenku węgla.

Dla każdego gazu obojętnego właściwa jest inna minimalna zawartość tlenu, przy której już nie będzie zachodzić wybuch [1]. Zaznaczyć należy, że autorzy różnych prac [2] przytaczają różne wartości minimalnych stężeń tlenu, czyli wartości wierzchołkowe trójkąta wybuchowości.



Rys. 1. Przestrzenny wykres wybuchowości prostych mieszanin gazów palnych

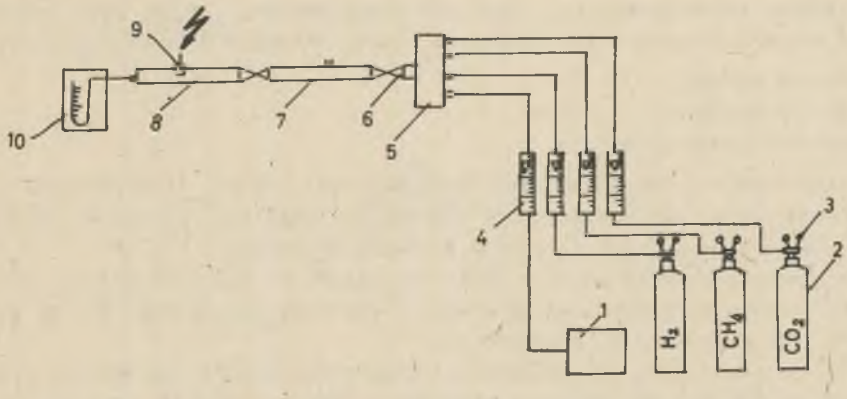
Do ciekawszych prac z tego zakresu należy praca Blechera [3], w której podany jest wykres przestrzenny wybuchowości mieszanin prostych metanu, wodoru i tlenku węgla z powietrzem i dwutlenkiem węgla (rysunek 1).

W pracy postanowiono sprawdzić doświadczalnie zobojętnianie dwutlenkiem węgla prostych mieszanin metanu, wodoru z powietrzem, jak również mieszanin złożonych z kilku gazów palnych. Wyniki doświadczeń mogłyby być zastosowane w ratownictwie górniczym przy gaszeniu podziemnych pożarów.

2. Część doświadczalna

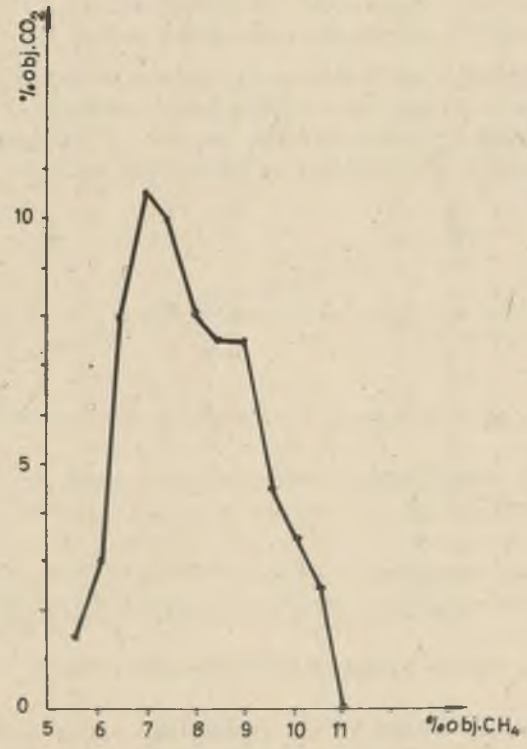
Na drodze badań doświadczalnych starano się ustalić maksymalne ilości dwutlenku węgla, przy których nie rejestrowano wybuchów mieszanin gazów palnych. Badaniami objęto mieszaniny gazów palnych:

- metan - powietrze,
- wodór - powietrze,
- metan powietrze - stała 4,5% zawartość wodoru,
- wodór - powietrze - stała 5,5% zawartość metanu.



Rys. 2. Schemat ideowy instalacji do wytwarzania mieszanin gazów

1. Sprężarka. 2. Butle z gazami. 3. Iglicowy zawór redukcyjny. 4. Rotametry. 5. Mieszalnik gazów. 6. Zawór odcinający. 7. Komora pobierania prób. 8. Komora wybuchowa. 9. Iskiernik. 10. U-rurka



Rys. 3. Wykres zobojętniania mieszaniny metan - powietrze

Stężenie gazów można było regulować z dokładnością 0,5%. Gazy dostarczone zostały w butlach przemysłowych, czystość gazów była następująca:

- metan 96,1% obj.,
- wodór 98,0% obj.,
- dwutlenek węgla 95,0% obj.

Metan, wodór i dwutlenek węgla podawane były z butli przez iglicowe zawory redukcyjne, posiadające dużą dokładność regulacji przepływu. Powietrze podawane było przez sprężarkę o stałej wydajności.

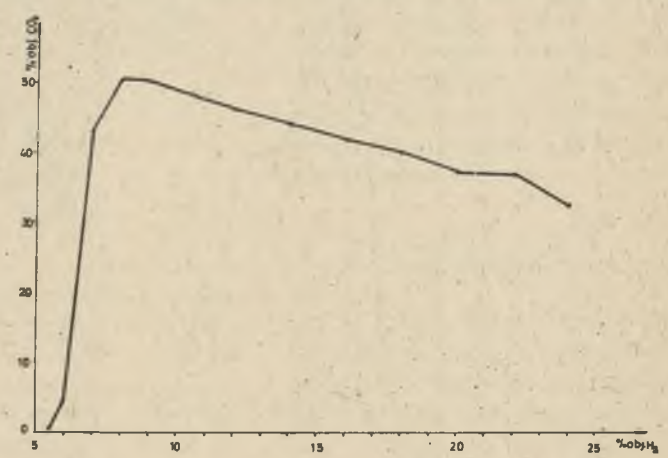
Natężenie przepływu gazów i powietrza mierzone było rofametrami firmy Veb Prüfgeräte-Werk Mendingen z Drezna o zakresie pomiarowym 3 - 30 l/h; 20-280 l/h; 100-850 l/h; 500-3200 l/h.

Gazy podawane były do mieszalnika, skąd przez zawory odcinające przepływały do komór - pomiarowej i wybuchowej. Komora wybuchowa zamknięta była U-rurką w celu rejestrowania stałych wybuchów. Schemat instalacji pokazano na rys. 2.

Badaniami objęto cztery rodzaje mieszanin:

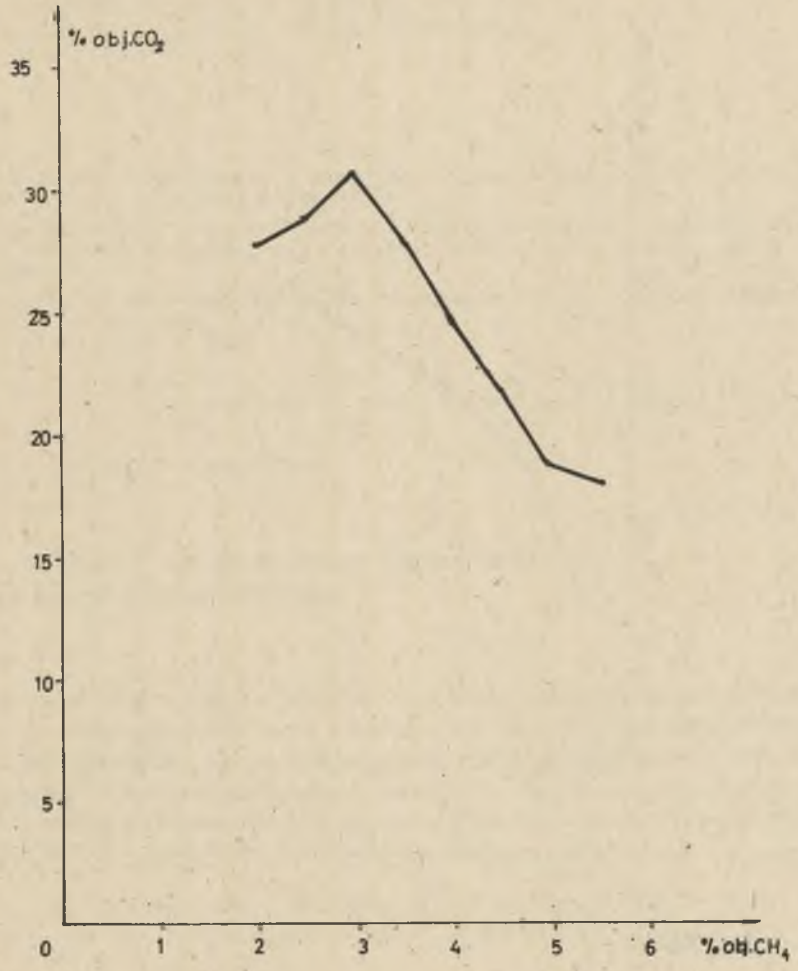
- metan - powietrze - dwutlenek węgla,
- wodór - powietrze - dwutlenek węgla,
4,5% wodoru - metan - powietrze - dwutlenek węgla,
5,5% metanu - wodór - powietrze - dwutlenek węgla.

W każdym przypadku doprowadzono do takiego stężenia dwutlenku węgla, przy którym nie zachodził już wybuch danej mieszaniny. Wyniki doświadczeń przedstawiono w formie wykresów. Na rys. 3 przedstawiono wykres stężeń dwutlenku węgla w zależności od zawartości metanu, przy których nie zachodzą wybuchy.



Rys. 4. Wykres zobojętniania mieszaniny wodór - powietrze

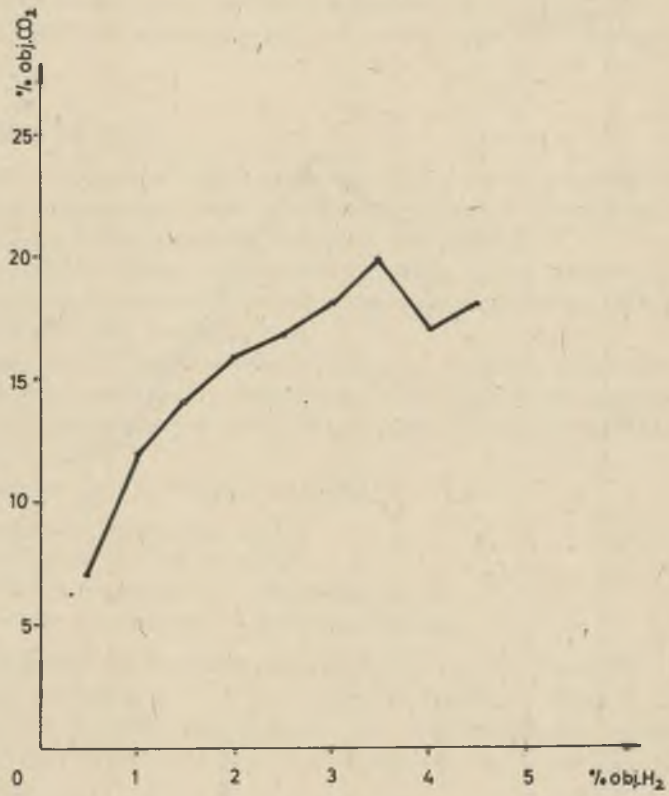
Na rys. 4 przedstawiono wykres stężeń CO_2, przy których mieszaniny wodór - powietrze w zakresie stężeń do 25% wodoru są niewybuchowe. Zobo-



Rys. 5. Wykres zobojętnienia mieszaniny 4,5% wodoru - powietrze - metan

jętnianie dwutlenkiem węgla mieszanin zawierających stałe stężenie wodoru w ilości 4,5% oraz metanu w zakresie zmiennym do 6%, przedstawiono na rysunku 5.

Wykres stężeń CO_2 zobojętniających mieszaninę, zawierających stałą zawartość metanu 5,5%, zmianę wodoru w zakresie 0,5-5% z powietrzem przedstawiono na rys. 6.



Rys. 6. Wykres zobojętniania mieszaniny 5,5% metanu - powietrze- wodór

3. Podsumowanie

Stężenia gazów palnych występujące w badanych mieszaninach nie będą raczej mieć miejsca w praktyce ratownictwa górniczego z wyjątkiem prostych mieszanin (rys. 2 i 3).

Wyniki badań mieszanin złożonych ze względu na stężenia gazów wskazują na poznawczy cel badań. Charakterystyczne jest, że dodając do wodoru metan powoduje się niejako "zmniejszenie" wybuchowości tej mieszaniny w porównaniu z mieszaniną wodór - powietrze.

Stwierdzono następujące maksymalne ilości dwutlenku węgla zobojętniające mieszaniny wybuchowe

7,0% CH_4 - powietrze 10,5% CO_2 (rys. 3),
8,0-9,0% H_2 - powietrze 50,5% CO_2 (rys. 4),

5,5% CH_4 - 3,5% H_2 - powietrze 20,0% CO_2 (rys. 6),
4,5% H_2 - 3,0% CH_4 - powietrze 31,0% CO_2 (rys. 5).

LITERATURA

[1] Osipow S.N.: Primienienie iniertnych gazów pri likwidacji podziemnych pożarow. Izd. Technika, Kijew 1973.

[2] Gasjukiewicz W.K.: Issledowanie usłowij wzrywajemosti gazowych smiesiej. Technika biezopasnosti, ochrana truda i gorn. spasit. Dieła nr 9, 1968.

[3] Blecher J.G.: Die Bestimmung der Zündgrenzen von Grubeabrandgasen, Glückauf nr 43, 1943.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Bolesław KOZŁOWSKI

Wpłynęło do Redakcji 24.05.1982 r.

ВЗРЫВЧАТОСТЬ ПРОСТЫХ И СЛОЖНЫХ СМЕСЕЙ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ И ВОЗДУХА ОПРЕДЕЛЯЕМАЯ ВЗРЫВОМЕТРОМ

Р е з ю м е

В настоящей работе даны результаты определения нижнего предела интервала взрывчатости смесей горючих газов и воздуха при помощи взрывометра Газотранс фирмы ГфГ из Дортмунда. Для предположенного коэффициента верности были определены величины показаний прибора, которые могут появиться при определении взрывчатых смесей. Исследованиям были подвержены смеси метан-водород-воздух.

EXPLOSIVENESS OF SIMPLE AND COMPOUND MIXTURES OF INFLAMMABLE GAGSES WITH THE AIR DETERMINED BY A METER OF EXPLOSIONS

S u m m a r y

The paper presents the results of determination of the lower limit of the range of explosiveness of mixtures of inflammable gases with air with the help of the meter called Gasotrans and produced by the firm GfG from Dortmund. Meter's indication values, which can appear at the time of determination of inflammable mixtures, have been calculated for the assumed confidence coefficient.