

Porównanie wybranych parametrów określających warunki inicjacyjne wyrzutów brykietów węglowych nasycanych azotem lub dwutlenkiem węgla

JACEK SOB CZYK

Instytut Mechaniki Górotworu PAN, ul. Reymonta 27, 30-059 Kraków

Streszczenie

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki wstępnych prac badawczych dotyczących wyrzutów węglowo-gazowych, w których brykiety węglowe nasycano gazami: słabo sorbującym – azotem oraz silnie sorbującym – dwutlenkiem węgla. Porównano ze sobą wytworzone laboratoryjnie warunki inicjacji wyrzutów dla obu gazów. Rezultaty porównania wskazują, że obecność gazu silnie sorbującego jest czynnikiem promującym wyrzut.

Słowa kluczowe: wyrzuty węglowo-gazowe, sorpcja

1. Wstęp

Zjawisko wyrzutów węglowo-gazowych bada się nieprzerwanie już od kilkudziesięciu lat. Do niedawna w badaniach laboratoryjnych prowadzonych w pracowni Mikromerytyki IMG PAN zaniedbywano wpływ sorpcji na warunki inicjacji i przebieg wyrzutów. Obecnie, na bazie tych doświadczeń rozpoczęto eksperymenty z gazami, które silnie sorbują na węglu, w szczególności wykorzystano dwutlenek węgla. Gaz ten, uznawany za najsilniej sorbujący wśród naturalnie występujących w pokładach węglowych, skonfrontowano z azotem w eksperymentach filtracyjno-wyrzutowych. Celem tych badań było określenie różnic w wybranych warunkach inicjacyjnych, jakie powinien spełniać układ węgiel-gaz, aby doszło do zapoczątkowania procesu wyrzutu.

2. Materiał przeznaczony do badań

Do badań laboratoryjnych przeznaczono węgiel pobrany w rejonie chodnika transportowego D-8 pokładzie 409/4 KWK „Zofiówka”. Miejsce pobrania znajdowało się w rejonie skrzyżowania chodnika transportowego D-8 z chodnikiem podścianowym D-6, w odległości około 100 m od miejsca, w którym w dniu 22 listopada 2005 r. nastąpił wyrzut metanu i skał.

Węgiel pobrano w postaci prób kawałkowych, w ilości ok. 50 kg. Został on pokruszony na kruszarce szczękowej do wielkości ziarna maksymalnego około 7 mm, a następnie poddany mieleniu w młynie kulowym, celem uzyskania granulacji poniżej 0,2 mm. Całość próby uśredniono za pomocą podzielnika Jonesa.

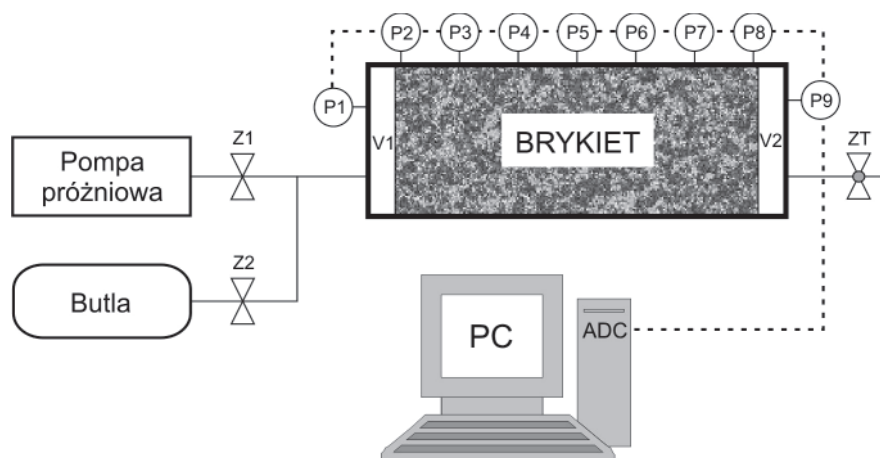
Z tak uzyskanego materiału węglowego formowano brykiety metodą dwustronnego, bezpiecznego prasowania ciśnieniem statycznym. Wykonywano je bezpośrednio w rurze wyrzutowej (por. rys. 1). Przygotowując brykiety węglowe opierano się na doświadczeniach uzyskanych podczas prowadzenia eksperymentów „wyrzutowych” na węglach dolnośląskich [1].

W sumie wykonano 11 brykietów o porowatości $\varepsilon = 20,5 (\pm 0,5)\%$, przy czym wybór tej wartości był nieprzypadkowy. Struktura brykietów węglowych jest zbliżona do struktury węgla odmienionych, których obecność jest jednym z najczęściej wymienianych warunków koniecznych do inicjacji wyrzutów skalno-ga-

zowych w kopalniach węgla kamiennego [2]. Potwierdzają to również obserwacje po wyrzucie metanu i skał, który miał miejsce w dniu 22 listopada 2005 r. KWK „Zofiówka”. W masach powyrzutowych stwierdzono podwyższoną zawartość węgla odmienionego strukturalnie – mylonitu, którego porowatość w nienaruszonym pokładzie ocenia się na 20-22.5% [3].

3. Stanowisko pomiarowe

Stanowisko pomiarowe do badania przebiegu procesów prowadzących do wyrzutu węgla i gazu w warunkach laboratoryjnych przedstawiono na rys. 1. Zasadniczym jego elementem jest grubościenna, stalowa rura, na pobocznicy której wykonano siedem gniazd na manometry. Rura zamykana jest dwoma stalowymi pokrywami, w których wykonano po jednym gnieździe na manometr i po jednym przyłączy pneumatycznym. Rura ta nazywana jest zwyczajowo rurą wyrzutową i została zaadoptowana z poprzedniego stanowiska badawczego [4]. W skład stanowiska wchodzi również: pompa próżniowa oraz butla z gazem zaopatrzona w manostat. Ciśnienia mierzone przez manometry odczytywane są w czasie rzeczywistym przez stację zbierania danych – komputer z kartą przetwornikową ADC.



Rys. 1. Schemat stanowiska pomiarowego do badań filtracyjnych na brykietach węglowych.
Symbolami P1-P9 oznaczono manometry, Z1-Z2 – zawory, a ZT – zawór tłumiący.
Stację zbierania danych stanowi komputer stacjonarny – PC oraz karta przetwornikowa – ADC

4. Sposób prowadzenia eksperymentów

Po zamknięciu wylotów rury wyrzutowej brykiet był nasycany gazem. Nasycanie kończyło się w momencie uzyskania równomiernego rozkładu ciśnienia porowego P_0 w obrębie brykietu, zrównoważonego ciśnieniami w komorach V1 i V2. Taki układ pozostawał w równowadze. Prowokowanie wyrzutów w warunkach laboratorium polegało na naruszaniu tej równowagi. Realizowano to kontrolowanym obniżaniem ciśnienia w komorze V2, wypuszczając gaz poprzez zawór tłumiący ZT do atmosfery.

Każdy eksperyment składał się z serii pomiarów i związany był z jednym brykietem. Seria składała się z 3-13 pomiarów, średnio około 6. W każdym kolejnym pomiarze w serii coraz gwałtowniej obniżano ciśnienie w komorze V2, przez co prowokacja była coraz intensywniejsza, aż do zajścia wyrzutu włącznie. Eksperyment kończył się destrukcją brykietu.

Za miarę intensywności prowokacji przyjęto stałą czasową spadku ciśnienia przed czołem brykietu τ_h . Im mniejsza wartość tej stałej, tym prowokacja intensywniejsza.

Takie prowadzenie eksperymentów miało na celu m.in. uzyskanie skutecznej prowokacji wyrzutu przy progowych wartościach τ_h dla wybranych P_0 . Pozwoliło to późniejszą analizę warunków inicjacyjnych przeprowadzonych wyrzutów.

5. Analiza wyników

Opisane eksperymenty dostarczyły znacznej ilości danych pomiarowych. Tu wykorzystane zostaną informacje wyłącznie z tych pomiarów, które zakończyły się wyrzutem.

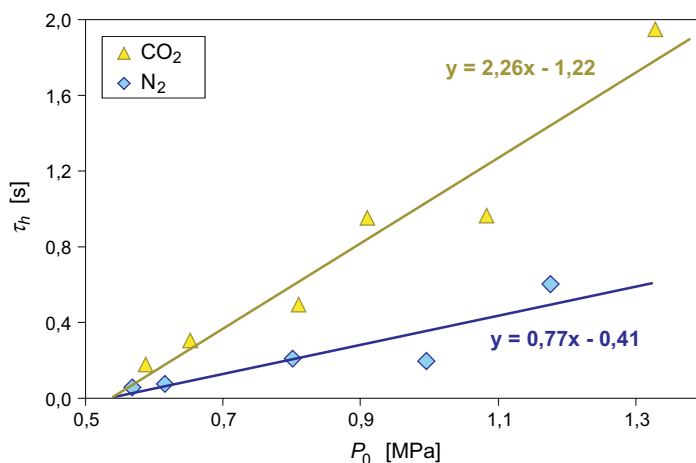
W celu sprawdzenia, czy istnieje korelacja pomiędzy wspomnianymi warunkami prowokacji wyrzutu w eksperymentach z użyciem:

- tego samego gazu,
- różnych gazów,

wykonano wykresy zależności $\tau_h(P_0)$, które przedstawia rys. 2.

Okazało się, że zależność ta grupuje (z dokładnością do rozrzutu materiałowego) uzyskane wyniki oddzielnie dla każdego z gazów. Do obydwu grup dopasowano linie regresji prostoliniowej, ponieważ na podstawie obrazu zależności $\tau_h(P_0)$ nie można orzec, że wykazuje ona bardziej złożony charakter.

Rezultaty eksperymentów z użyciem dwutlenku węgla przedstawione na rys. 2 skupiają się wokół linii trendu o współczynniku kierunkowym 3-krotnie większym, niż w przypadku azotu. Wynika z tego wprost, że gdy gazem nasycającym brykiet jest dwutlenek węgla, to do zainicjowania wyrzutu konieczna jest znacznie mniej intensywna prowokacja, niż w przypadku azotu.



Rys. 2. Zależność intensywności prowokacji wyrzutu od ciśnienia nasycania, wykonana dla pomiarów zakończonych wyrzutem

Obie linie trendu z rys. 2 przecinają się z osią poziomą niemal w tym samym punkcie – około $0,55 \text{ MPa}^1$. Można tą wartość ciśnienia traktować jako graniczną, konieczną do inicjacji wyrzutu. Poniżej tej wartości niemożliwa jest inicjacja wyrzutu za pomocą dowolnie intensywnej prowokacji.

6. Podsumowanie

Przeprowadzono laboratoryjne eksperymenty filtracyjno-wyrzutowe z użyciem brykietów węglowych. Porównano wytworzone warunki inicjacyjne wyrzutów dla każdego z wykorzystanych gazów: azotu i dwutlenku węgla. Na podstawie analizy zależności $\tau_h(P_0)$ stwierdzono, że obecność gazu silnie sorbującego takiego, jak dwutlenek węgla jest czynnikiem promującym wyrzut, w porównaniu z gazem mniej sorbującym. Jednocześnie określono, że dla wykorzystanego materiału węglowego ciśnienie minimalne, dla którego możliwa jest skuteczna prowokacja wyrzutu, wynosi około $0,55 \text{ MPa}$.

Praca została wykonana w roku 2008 w ramach prac statutowych realizowanych w IMG PAN w Krakowie, finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

¹ Jest to wartość w skali absolutnej. Maksymalna różnica ciśnień, którą można wytworzyć na granicy brykietu w trakcie prowokowania wyrzutu jest o $0,1 \text{ MPa}$ od niej niższa, ponieważ gaz z komory V2 (por. rys. 1) jest uwalniany do atmosfery.

Bibliografia

1. Wierzbicki M.: *Zmiany stanu naprężenia i wyężenia materiału w trakcie prowokowania i inicjacji laboratoryjnego wyrzutu skalno-gazowego*, [w:] Prace Instytutu Mechaniki Górntworu PAN 2003, Rozprawy, Monografie, nr 4
2. Cao Y., Davis A., Liu R., Liu X., Zhang Y., *The influence of tectonic deformation on some geochemical properties of coals – a possible indicator of outburst potential*, International Journal of Coal Geology 53 (2003), s. 69-79
3. Tor A., Jakubów A., Wierzbicki M., *Zagrożenie wyrzutem metanu i skał przy drążeniu wyrobisk korytarzowych w pokładzie 409/4 partia D KWK „Zofiówka”*, Prace Naukowe GIG, Górntwio i Środowisko, Nr IV/2007, Wydanie specjalne, str. 273-288, Katowice, 2007
4. Sobczyk J., *Zjawiska towarzyszące sorpcji/desorpcji w trakcie niestacjonarnego transportu gazu poprzez brykiety węglowy w aspekcie wyrzutów skalno-gazowych*, Praca doktorska, IMG PAN, Kraków (w druku)

Comparison of certain coal and gas outburst initiation parameters in the laboratory experiments involving coal briquettes saturated with nitrogen or carbon dioxide

Abstract

This work presents results of the preliminary research regarding to coal and gas outbursts where apart of nitrogen highly sorptive gas – carbon dioxide – was involved. Experimental conditions induced in order to initiate outbursts with use of coal briquettes were compared. Conducted analysis showed that presence of highly sorptive gas is the factor that promotes outbursts.

Keywords: coal and gas outbursts, sorption

Recenzent: Prof. dr hab. inż. *Wacław Dziurzyński*, Instytut Mechaniki Górntworu PAN