

Efektywność rozdrabniania skał w kontekście oceny zawartego w nich gazu

MATEUSZ KUDASIK, NORBERT SKOCZYLAŚ, TOMASZ MURZYN, MIROSŁAW WIERZBICKI

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

Streszczenie

W ostatnich latach w polskim górnictwie rud miedzi pojawiły się nowe zagrożenia związane z obecnością gazu w złożach. Konieczne jest zatem prowadzenie szczegółowych badań nad istotą tego zagrożenia. Jednym ze sposobów oceny ilości gazu znajdującego się w przestrzeni porów skał jest rozdrobnienie badanego materiału do jak najmniejszej klasy ziarnowej. W Pracowni Mikromerytyki IMG PAN powstały urządzenia rozdrabniające do skał pracujące w oparciu o procesy wiercenia, mielenia i ścierania. W ramach przeprowadzonych prac dokonano oceny efektywności rozdrobnienia skał anhydrytu tymi metodami. Ocena efektywności rozdrabniania wykonana została metodą sitową. Przeprowadzone pierwsze testy wykazały, że najlepszą efektywność rozdrabniania uzyskano za pomocą procesu mielenia.

Słowa kluczowe: gazonośność skał, rozdrabnianie skał, zagrożenie gazowe

1. Wstęp

Jednym z poważniejszych zagrożeń w górnictwie są zagrożenia gazowe, które można powiązać z:

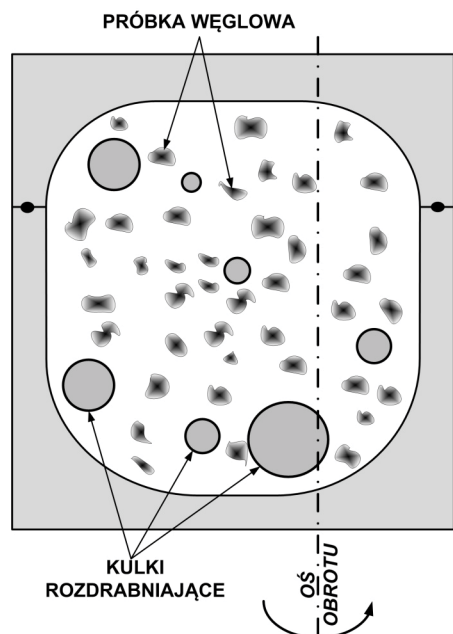
- wyrzutami gazów i skał,
- obecnością gazów wybuchowych, w szczególności metanu, w złożach,
- obecnością gazów toksycznych, w szczególności siarkowodoru, w złożach.

W górnictwie polskim zagrożenia gazowe kojarzone są z węglem [Lama i Bodziony, 1996]. Od kilku lat zagrożenia gazowe dotyczą również polskiego górnictwa rud miedzi [Mirek i in., 2011]. Stanowi to o tyle istotny problem, gdyż jest to zupełnie nowe, nierozpoznane zjawisko, które dotychczas nie występowało w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym.

Zagrożenie gazowe w obrębie złóż rud miedzi związane jest z budową geologiczną południowej części monokliny przedsudeckiej. Złoże występuje w formie pseudopokładu, który obejmuje szare piaskowce czerwonego spągowca oraz cechsztyńskie łupki i dolomity. Bliskość złóż ropy i gazu ziemnego w sąsiedztwie monokliny dodatkowo wpływa na powagę zagrożenia gazowego. Gazy występujące w obrębie tego obszaru można podzielić na gazy palne (metan i inne węglowodory), wodór, gazy duszące takie jak dwutlenek węgla, azot oraz gazy trujące takie jak tlenek węgla, dwutlenek siarki i siarkowodor. Występowanie gazów stwierdzone zostało we wszystkich formacjach skalnych znajdujących się w zasięgu robót górniczych. Gazy te mogą być rozpuszczone, bądź zasorbowane na powierzchni skał lub też mogą one znajdować się w przestrzeni porowatej górotworu.

Priorytetowe traktowanie bezpieczeństwa pracy, w obliczu niebezpieczeństw związanych z obecnością gazu w złożach, uzasadnia potrzebę prowadzenia wiarygodnej prognozy zagrożeń w celu podejmowania odpowiednich kroków zapobiegawczych. Konieczne jest zatem prowadzenie szczegółowych badań nad istotą pojawiającego się zagrożenia gazowego w kopalniach rud miedzi. Jednym ze sposobów oceny ilości gazu, znajdującego się w przestrzeni porów skał, jest uwolnienie gazu poprzez rozdrobnienie badanego materiału do jak najmniejszej klasy ziarnowej.

W przypadku węgla kamiennych z Górnośląskiego Zagłębia Węglowego ich średnia gęstość wynosi około 1.3 g/cm^3 , a wytrzymałość na ściskanie wynosi około 20 MPa [Bukowska, 2004]. Gazonośność pokładów węgla kamiennego określana jest na podstawie polskiej normy [PN-G-44200:2013-10, 2013]. Zwierciny materiału węglowego przeznaczonego do określenia zawartego w nim gazu pobierane są do hermetycznych zbiorników. W warunkach laboratoryjnych próbka ta jest rozdrabniana poprzez mielenie (rys. 1).



Rys. 1. Schemat ideowy hermetycznego zbiornika z ziarnistą próbką węglową poddawaną mieleniu

Właściwości mechaniczne skał miedzionośnych różnią się znacząco od właściwości węgla kamiennego. Skały te mają między innymi gęstość około $2.7\text{-}2.9 \text{ g/cm}^3$, wytrzymałość na ściskanie rzędu 100-150 MPa i twardość w skali Mohsa wynoszącą 4. Stąd też metody używane do rozdrabniania węgla, nie są równie skuteczne w przypadku skał miedzionośnych.

Urządzenia stosowane do granulowania skały powinny umożliwiać takie jej rozdrobnienie, aby uwolnić możliwie całą zawartość znajdującego się w nich gazu. Zakłada się, że efektywność rozdrabniania skał będzie największa, jeśli uzyskane w wyniku procesu rozdrobnienia ziarna będą najdrobniejsze. W przypadku skał miedzionośnych, badania stereologiczne dolomitu pochodzącego z O/ZG „Rudna” [Wierzbicki i Młynaczuk, 2013] wykazały, że „wielkość” porów dolomitu, rozumiana jako maksymalna średnica Fereta (najdłuższa cięciwa łącząca najodleglejsze punkty brzegu figury), była nie większa niż 0.20 mm. 30% porów zamkniętych analizowanego dolomitu była nie większa niż 0.05 mm. Można założyć, że uzyskanie ziarn o wielkości nie większej od wielkości zamkniętych porów gwarantuje uwolnienie niemal całej zawartości gazu wolnego znajdującego się w skale.

2. Aparatura badawcza

Celem prezentowanych badań była ocena efektywności rozdrabniania skał miedzionośnych, stosując trzy metody:

- wiercenie – gdzie fragment rdzenia skały miedzionośnej umieszczany był w hermetycznie zamykanym zbiorniku, a elementem rozdrabniającym było specjalnie skonstruowane wiertło napędzane silnikiem jednofazowym,
- mielenie – gdzie wstępnie rozdrobnione fragmenty rdzenia skały miedzionośnej umieszczane były w hermetycznie zamykanym zbiorniku, a elementem rozdrabniającym były specjalnie skonstruowane noże tnące napędzane wysokoobrotowym silnikiem bezszczotkowym,
- ściernie – gdzie fragment rdzenia skały miedzionośnej umieszczany był w hermetycznie zamykanym zbiorniku, a elementem rozdrabniającym była diamentowa tarcza ścierna napędzana silnikiem jednofazowym.

Urządzenia rozdrabniające do skał (rys. 2) zbudowane zostały w Pracowni Mikromerytyki IMG PAN w ramach Projektu: LIDER/003/408/L-4/12/NCBR/2013. Szersze informacje o zbudowanych urządzeniach zostaną przedstawione z chwilą uzyskania ochrony patentowej.

3. Porównanie wyników rozdrabniania skał różnymi metodami

Głównym celem przeprowadzonych badań była ocena efektywności rozdrabniania materiału skalnego różnymi metodami. Jako materiał badawczy zastosowano kawałki rdzeni anhydrytu pochodzące z ZG „Rudna” (rys. 3).

W wyniku rozdrabniania próbki różnymi metodami, uzyskiwano ziarnisty materiał (rys. 4), który podlegał dalszej analizie.



Rys. 2. Zdjęcie trzech urządzeń do rozdrabniania skał (kolejno od lewej: urządzenie mielące, urządzenie wierzące, urządzenie ścierające)

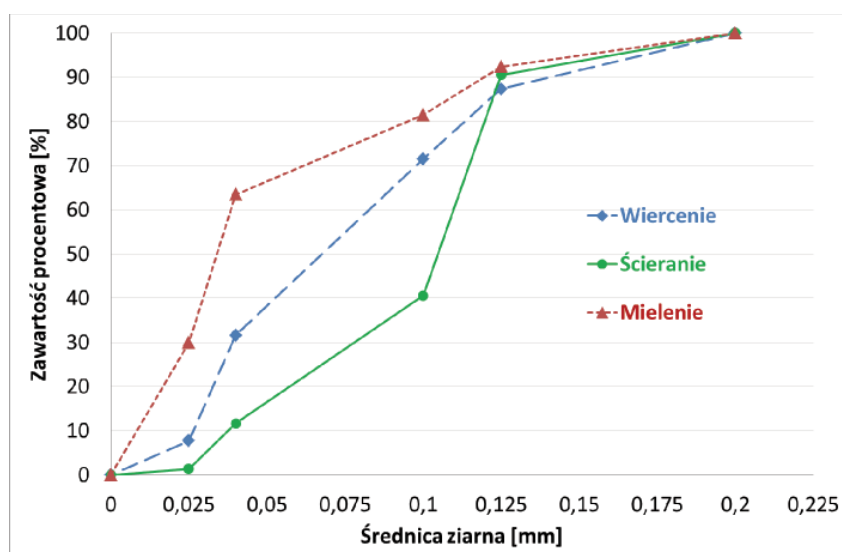


Rys. 3. Przykładowa próbka skały miedzionośnej umieszczona w zbiorniku na próbkę urządzenia rozdrabniającego



Rys. 4. Przykładowa próbka anhydrytu w trakcie rozdrabniania metodą wiercenia

Ocena efektywności rozdrabniania wykonana została metodą sitową, gdzie rozdrobniony materiał przesiewano przez zestaw sit analitycznych, w wyniku czego otrzymano wykres składu ziarnowego (rys. 5).



Rys. 5. Wykres składu ziarnowego uzyskany w wyniku rozdrabniania próbki anhydrytu różnymi metodami

4. Wnioski

W wyniku procesu rozdrabniania próbek rdzeni anhydrytu procesami wiercenia, ścierania i mielenia uzyskano materiał skalny o klasie ziarnowej poniżej 0.2 mm (rys. 5). Za najlepszą metodę rozdrabniania skały uznano ten proces, w wyniku którego uzyskano największy udział najmniejszych ziarn rozdrobnionego materiału. Na tej podstawie stwierdzono, że najlepszą efektywność rozdrabniania skał anhydrytu uzyskać można stosując proces mielenia.

Niniejsza praca została sfinansowana ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach projektu pt.: „Nowatorski system wspomagania oceny zagrożeń gazowych w kopalniach rud miedzi” (numer projektu: LIDER/003/408/L-4/12/NCBR/2013).

Literatura

- Wierzbicki M., Młynarczyk M., 2013. *Structural aspects of gas and dolomite outburst in Rudna copper mine*. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 57, January, p. 113-118.
- Mirek A., Laskowski M., Hryciuk A., Półtorak M., 2011. *Zagrożenie wyrzutami gazów i skał w KGHM Polska Miedź S.A. – doświadczenia O/ZG „Rudna” w zakresie jego rozpoznawania i podejmowanych działań profilaktycznych przy prowadzeniu wyrobisk przygotowawczych*. XVIII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna, 7-10 listopada 2011 Targanice k/Żywca, Prace Naukowe GIG. Górnictwo i Środowisko; Nr 4/2, s. 305-313.
- Lama R.D., Bodziony J., 1996. *Outbursts of Gas, Coal and Rock in Underground Coal Mines*. Wollongong, NSW, Australia.
- Bukowska M., 2004. *Wytrzymałość na ściskanie wytypowanych węgli Górnośląskiego Zagłębia Węglowego na tle ich budowy petrograficznej*. Prace Naukowe GIG. Górnictwo i Środowisko, Nr 4, s. 65-80.
- PN-G-44200:2013-10: Górnictwo – Oznaczanie metanonośności w pokładach węgla kamiennego – Metoda zwiercinowa, Polski Komitet Normalizacyjny, 2013.

The effectiveness of the rock comminution process in the light of evaluating gas content in rocks

Abstract

In recent years, the Polish copper mining industry has been confronted with some new threats connected with the presence of gas in seams. Therefore, ongoing and thorough research into the nature of this threat becomes a necessity. Among various ways of evaluating the amount of gas in rock pores, there is a technique which involves comminuting the investigated rock material, in such a way as to obtain the finest grain fraction possible. In the Laboratory of Micrometrics of the Strata Mechanics Research Institute of the Polish Academy of Sciences, some instruments for rock comminution – employing the techniques of drilling, grinding and scraping – were constructed. As part of the research, the efficiency of these techniques was tested by using them in the process of comminuting anhydrite. The method applied for the sake of evaluation was the so-called sieve method. The first tests showed that, among all the discussed techniques, the most effective one is grinding.

Keywords: gas-bearing capacity of rocks, rock comminution, gas threat