

Ocena parametrów strukturalnych dolomitów z kopalni rud miedzi przy wykorzystaniu metod densymetrycznych i porozymetrycznych

KATARZYNA KOZIEŁ, ANNA PAJDAK

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

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań strukturalnych trzech próbek dolomitów (PR-1, PR-2, PR-3) z polskich kopalni rud miedzi. Wykorzystano w tym celu metody piknometrii helowej i quasicieczowej oraz porozymetrii rtęciowej i gazowej. Najwyższe wartości porowatości całkowitej i otwartej, wyznaczone metodami densymetrycznymi, posiadała próbka PR-1, a najniższe wartości próbka PR-3. Określona w próbce PR-1 porowatość całkowita wyniosła 18%, w tym porowatość otwarta blisko 17,6%. W PR-3 natomiast wartości tych parametrów wyniosły odpowiednio 9,5% oraz 8,4%. Dolomit PR-1 miał najbardziej rozbudowaną strukturę porową w całym zakresie porowatości, co potwierdziły analizy porozymetryczne. Próbki posiadały wartości całkowitej objętości makroporów w zakresie 6-34 mm³/g i powierzchni właściwej makroporów, w zakresie 0,4-0,8 m²/g. W zakresie najdrobniejszych porów, powierzchnia właściwa wyniosła od 2,0 m²/g do 3,7 m²/g. Objętość mezoporów w przebadanych dolomitach mieściła się w zakresie 6,1-9,4 mm³/g. Najniższą porowatością określoną porozymetrycznie cechował się dolomit PR-3. Charakterystyka strukturalna dolomitów może stanowić ważny element w ocenie parametrów gazogeodynamicznych dolomitów.

Słowa kluczowe: dolomit, właściwości strukturalne, powierzchnia właściwa, porowatość

1. Wstęp

Dolomity są to skały węglanowe, tworzące się głównie na skutek metasomatozy wapieni [Manecki, Muszyński, 2008], gdzie węglan wapnia (CaCO₃) częściowo zastępowany jest węglanem magnezu (MgCO₃) pochodzącym z wody morskiej lub zachodzi dolomityzacja mułu wapiennego wytrącanego z wód. Dolomity sporadycznie występują jako całkowicie czysta skała, przeważnie zawierają domieszki minerałów w postaci związków krzemu i żelaza. Szczególnym przypadkiem jest dolomit kruszonośny, który zawiera domieszki miedzi, cynku i ołowiu [Bąk i inni, 2011]. Skały te są zróżnicowane pod względem właściwości, a o cechach strukturalnych decyduje głównie geneza ich powstania.

Dolomity znajdują zastosowanie w bardzo wielu dziedzinach gospodarki – są klasycznym przykładem kopaliny wielosurowcowej [Kozieł i Łochańska, 2018; Wyszomirski i Przytuła, 2013; Bąk i in., 2011]. Wykorzystywane są przede wszystkim do produkcji kruszywa, nawozów wapniowo-magnezowych, w budownictwie, a skały odznaczające się wysoką czystością – w przemyśle szklarskim i farmaceutycznym oraz energetyce przemysłowej [Szymanek i inni, 2018]. Głównym kryterium przy wyborze ich zastosowania są parametry wytrzymałościowe i strukturalne ściśle związane z porowatością. Zgodnie z literaturą [Pajdak i Kudasiak, 2016; Godyń, 2016], oraz według klasyfikacji UIPAC [Rouquerol i in., 1994] typowe dolomity posiadają głównie makropory i mezopory.

Dolomity jako główna kopalina wydobywane są na terenie Polski najczęściej odkrywkowo. Ich podziemne wydobycie związane jest z pozyskiwaniem innych surowców, gdzie dolomit występuje jako kopalina towarzysząca. Z podziemną eksploatacją tych skał mogą wiązać się zagrożenia, w tym wynikające z pracy górotworu oraz z występowaniem gazu w strukturze porowej i szczelinach skał, mogące generować zjawiska gazogeodynamiczne.

W niniejszej pracy zaprezentowano wyniki badań densymetrycznych i porozymetrycznych trzech różnych próbek dolomitu różniących się właściwościami strukturalnymi. Celem proponowanych badań w prezentowanym artykule jest ocena właściwości strukturalnych dolomitów, które są istotne z punktu widzenia możliwości występowania w nich gazu i tym samym mogą stać się jednym z elementów składowych do oceny parametrów gazo-geodynamicznych w tych skałach.

2. Metodyka badawcza

W Instytucie Mechaniki Górnotworu Polskiej Akademii Nauk przeprowadzono szereg pomiarów charakteryzujących dolomity, w tym między innymi analizy densymetryczne i porozymetryczne.

Do określenia gęstości szkieletowej i rzeczywistej próbek zastosowano piknometr helowy AccuPyc II 1340 (Micromeritics). Gęstość szkieletową wyznaczono w oparciu o objętość szkieletową próbki. Zmierzono objętość helu wnিকniętego do porów otwartych w próbce kawałkowej. W celu określenia gęstości rzeczywistej próbki, rozdrobniono ją na autorskim analizatorze do rozdrabniania skał [Kudasik i in., 2014] do frakcji 0,34-0,64. Jak wynika z badań [Kudasik i in., 2018] takie rozdrobnienie umożliwiło otwarcie porowatości zamkniętej w badanych skałach [Wierzbicki i Młynarczuk, 2013; Pajdak i in., 2017]. Metodą piknometrii quasicieczowej określono gęstość pozorną. Wykorzystano do tego piknometr quasicieczowy GeoPyc 1360 (Micromeritics). Badanie polegało na określeniu objętości próbki kawałkowej w warunkach suchych przy wykorzystaniu „DryFlo” – tzw. „suchej cieczy”. Na podstawie wyliczonych gęstości określono porowatość otwartą, całkowitą oraz porowatość zamkniętą, korzystając ze wzorów:

$$p_o = \frac{\rho_s - \rho_p}{\rho_s} \cdot 100\% \quad (1)$$

$$p_c = \frac{\rho_r - \rho_p}{\rho_r} \cdot 100\% \quad (2)$$

$$p_z = p_c - p_o \quad (3)$$

gdzie:

- p_o – porowatość otwarta, %,
- p_c – porowatość całkowita, %,
- p_z – porowatość zamknięta, %,
- ρ_s – gęstość szkieletowa próbki kawałkowej, g/cm^3 ,
- ρ_p – gęstość pozorną próbki kawałkowej, g/cm^3 ,
- ρ_r – gęstość rzeczywista próbki rozdrobnionej, g/cm^3 .

Analizy porozymetrii rtęciowej wykonano na porozymetrze rtęciowym AutoPore 9500 (Micromeritics). Badania opierały się na pomiarze objętości rtęci (Hg) wtłoczonej w pory otwarte dolomitu bez uwzględnienia ich porów zamkniętych. Na podstawie objętości wtłoczonej w próbkę rtęci, określono parametry strukturalne, zgodnie z metodyką przedstawioną w [Pajdak i Kudasik, 2016], w tym powierzchnię właściwą, objętość porów, średnią średnicę porów i porowatość otwartą.

Badania porozymetrii gazowej-niskociśnieniowej adsorpcji azotu, wykonano na wolumetrycznym analizatorze niskociśnieniowej adsorpcji gazowej ASAP 2020 (Micromeritics). W zakresie ciśnienia względnego $0 < p/p_0 \leq 0,996$, odpowiadającego ciśnieniu absolutnemu od 0 MPa do 0,1 MPa i w warunkach izotermicznych, zmierzono objętość gazu, jaka wnিকnęła w pory próbek. Przed pomiarem, próbki rozdrobniono na autorskim analizatorze do rozdrabniania skał [Kudasik i inni, 2014]. Próbki odgazowano w temperaturze 378 K w czasie 2 h. Analizy przeprowadzono w temperaturze 77 K jako adsorbat użyto azot (N_2). Ponieważ struktura skał dolomitu obejmuje, obok makroporów, głównie mezopory, w analizach parametrów strukturalnych wykorzystano teorię wielowarstwowej adsorpcji Barretta-Joynera-Halendy *BJH* [Barrett i in., 1951] oraz model obszaru powierzchni Brunauera, Emmetta i Tellera *BET* [Brunauer i in., 1938]. Przy użyciu powyższych modeli określono parametry powierzchni właściwej BET oraz BJH, objętości porów, średniej średnicy i dystrybucji porów.

3. Materiał badawczy

Materiał badawczy stanowiły trzy kawałkowe próbki dolomitów: PR-1, PR-2 i PR-3, które w późniejszym etapie badań rozdrobniono i poddano dalszej analizie. Próbki pochodziły z różnych miejsc kopalni rud miedzi w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym i pobrane w zostały postaci rdzeni.

4. Wyniki badań

Badania składały się z kilku etapów. Pierwszym z nich był pomiar gęstości szkieletowej i pozornej próbki kawałkowej, drugim pomiar gęstości rzeczywistej próbki rozdrobnionej oraz pomiar porowatości, a trzecim metody porozymetryczne: porozymetria rtęciowa i niskociśnieniowa adsorpcja gazowa.

4.1. Badania próbek kawałkowych

W poniższej tabeli (Tab. 1) przedstawiono wyniki pomiarów gęstości szkieletowej i pozornej próbek kawałkowych.

Tab. 1. Wyniki pomiarów gęstości szkieletowej i pozornej

Parametr	PR-1	PR-2	PR-3
Gęstość szkieletowa, g/cm ³	2,884	2,893	2,886
Gęstość pozorna, g/cm ³	2,376	2,486	2,644

Analizując badania wykonane na próbkach kawałkowych dolomitu, zaobserwowano zbliżone wartości gęstości szkieletowej próbek PR-1 i PR-3. Najwyższą wartość, na poziomie 2,89 g/cm³ posiadała próbka PR-2. Gęstości pozorne próbek różniły się od siebie. Najwyższą wartością parametru odznaczała się próbka PR-3 – 2,64 g/cm³ a wartość najniższą miała próbka PR-1 (2,38 g/cm³).

Na podstawie otrzymanych wyników i wzoru (1) obliczono porowatość otwartą próbek. W tabeli 2 przedstawiono wyniki porowatości otwartej. Najniższą porowatością otwartą charakteryzowała się próbka PR-3, jej wartość wyniosła 8,39%. Ponad dwukrotnie wyższą porowatością odznaczyła się próbka PR-1, gdzie parametr ten był równy 17,60%. Dolomit oznaczony jako PR-2 posiadał porowatość otwartą na poziomie 14,08%.

Tab. 2. Wyniki porowatości otwartej

Parametr	PR-1	PR-2	PR-3
Porowatość otwarta, %	17,60	14,08	8,39

4.2. Badania próbek rozdrobnionych

Po wykonaniu badań na próbkach kawałkowych, rozdrobniono je i zmierzono ich gęstość rzeczywistą. W tabeli 3 przedstawiono otrzymane wyniki gęstości rzeczywistej rozdrobnionych próbek dolomitów.

Tab. 3. Wyniki pomiarów gęstości szkieletowej

Parametr	PR-1	PR-2	PR-3
Gęstość szkieletowa, g/cm ³	2,899	2,897	2,921

Analizując pomiary gęstości rzeczywistej próbek proszkowych, zaobserwowano różnice w przyroście tego parametru. Największy przyrost, a tym samym największą wartość osiągnęła próbka PR-3, na poziomie 2,92 g/cm³. Próbki PR-1 oraz PR-2 posiadały porównywalną wartość gęstości rzeczywistej. Na podstawie otrzymanych wyników i wzorów (2), (3) obliczono porowatość całkowitą i zamkniętą próbek. W tabeli 4 przedstawiono uzyskane wyniki obliczeń.

Tab. 4. Wyniki porowatości całkowitej i zamkniętej

Parametr	PR-1	PR-2	PR-3
Porowatość całkowita, %	18,04	14,21	9,48
Porowatość zamknięta, %	0,44	0,13	1,09

Analizując wyniki porowatości całkowitej, stwierdzono, że rozkład jest taki sam jak w przypadku porowatości otwartej. Największą porowatością całkowitą charakteryzowała się próbka PR-1 – 18,04%, a dwukrotnie niższą próbka PR-3 (9,48%). Próbkę PR-2 cechowała podobna porowatość otwarta i całkowita, co oznacza w tym przypadku znikomy udział porowatości zamkniętej. Najwyższy udział porów zamkniętych posiadała próbka PR-3 – 1,09%.

4.3. Badania porozymetryczne

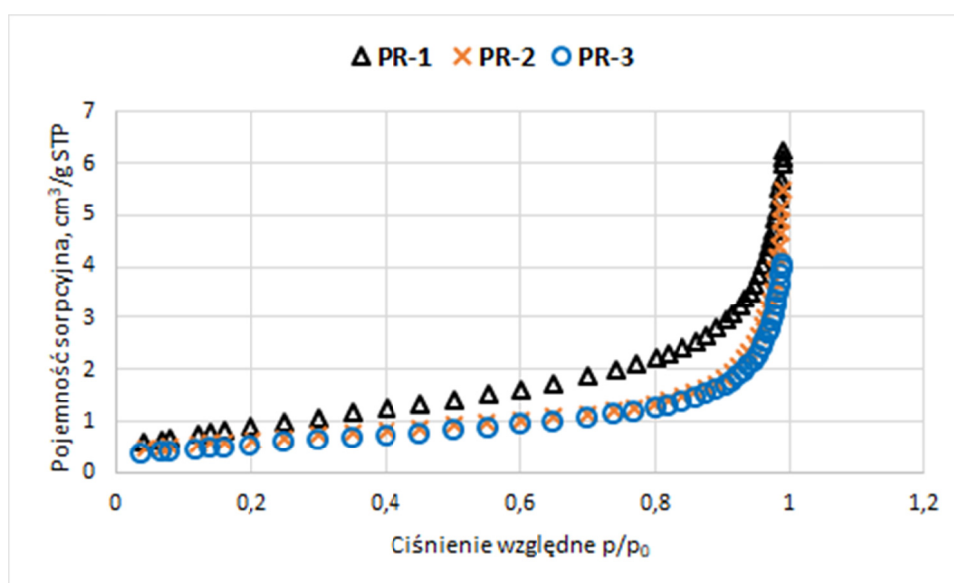
Wyniki analiz porozymetrii rtęciowej i gazowej zestawiono w tabeli 5. Dolomity wykazały zróżnicowanie pod względem wartości parametrów strukturalnych.

Tab. 5 Wyniki pomiarów strukturalnych dolomitów

Parametr	PR-1	PR-2	PR-3
Porozymetria rtęciowa, Hg			
Powierzchnia właściwa, m ² /g	0,78	0,6	0,42
Objętość porów, mm ³ /g	33,7	6,3	12,7
Średnia średnica porów, μm	0,17	0,04	0,12
Porowatość otwarta, %	8,55	1,7	3,45
Niskociśnieniowa adsorpcja gazowa, N₂			
Pojemność sorpcyjna w ciśnieniu 0,1MPa, cm ³ /g STP	6,26	5,49	4,06
Powierzchnia właściwa BET, m ² /g	3,42	2,3	1,99
Objętość porów BJH, mm ³ /g	9,37	7,96	6,1
Powierzchnia właściwa BJH, m ² /g	3,74	2,34	2,12
Średnia średnica porów BJH, nm	10,02	13,61	11,51

Badania porozymetrii rtęciowej wykazały, że dolomity posiadały zróżnicowane wartości parametrów strukturalnych w zakresie makroporów. Najbardziej rozwiniętą porowatość, na poziomie 8,6%, miała skała PR-1. W pozostałych próbkach wartość ta była dużo niższa i nie przekraczała 3,5%. Większej porowatości w próbce PR-1 towarzyszyła większa objętość makroporów, na poziomie 33,7 mm³/g, i powierzchnia właściwa 0,78 m²/g. Próbka ta posiadała również pory o największej średnicy, mierzącej średnio 0,17 μm. Powierzchnia właściwa próbek PR-2 i PR-3 mieściła się w zakresie 0,4-0,6 m²/g. Posiadały one znacznie niższe wartości objętości porów, od 6,3 mm³/g do 12,7 mm³/g oraz mniejsze średnie średnice makroporów.

Parametry strukturalne dolomitów w zakresie najdrobniejszych porów, tj. mikroporów i drobnych mezoporów, w których dochodzi do zjawiska kondensacji kapilarnej określono metodą niskociśnieniowej adsorpcji gazowej. Podstawą do obliczeń były równowagowe punkty adsorpcji azotu w 77K, na podstawie których utworzono izotermy sorpcji, które prezentuje rysunek 1.

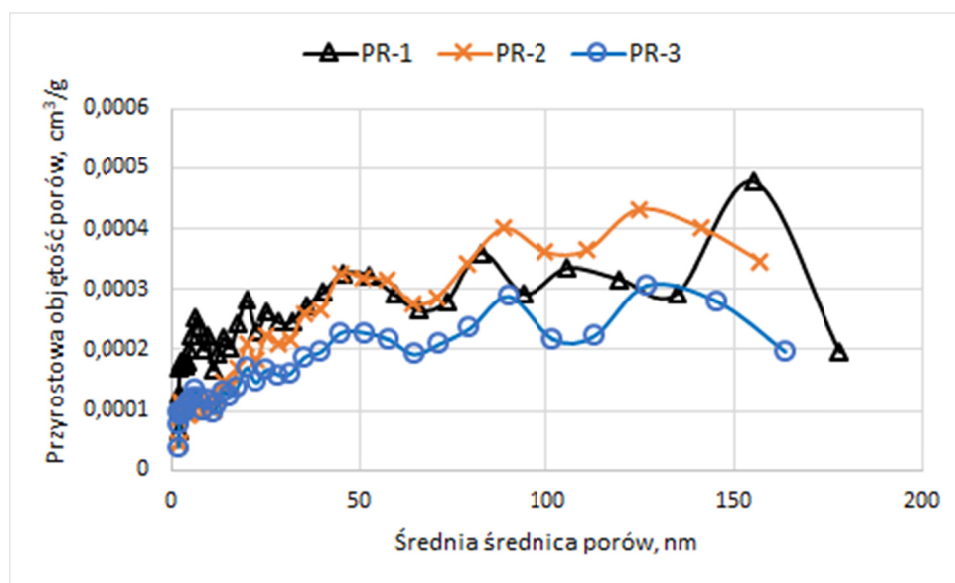


Rys. 1. Izotermy sorpcji N₂ w 77K

Każda z izoterm była, zgodnie z klasyfikacją IUPAC [IUPAC, 1982] typu III, charakteryzującego materiały makroporowate. Na podstawie izoterm adsorpcji obliczono parametry strukturalne.

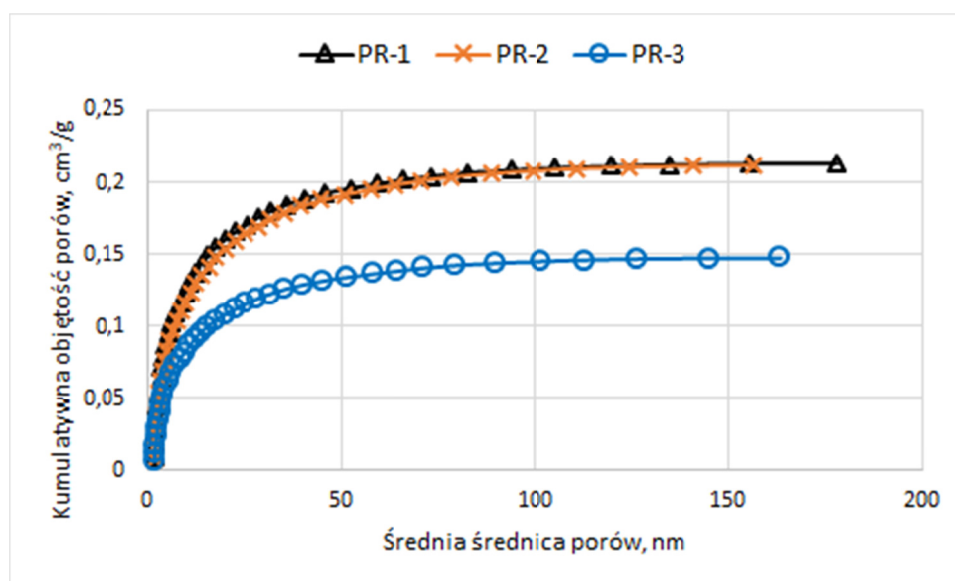
Całkowita objętość porów otwartych w zbadanych dolomitach mieściła się w zakresie 6,1-9,4 mm³/g, natomiast powierzchnia właściwa, zgodnie z teorią BET, wyniosła 2,0-3,4 m²/g, a zgodnie z teorią BJH, od 2,1 m²/g do 3,7 m²/g. Skała PR-1 posiadała najlepiej rozwiniętą mikrostrukturę w porównaniu z pozostałymi badanymi skałami. Przejawiało się to najwyższymi wartościami badanych parametrów. Pozostałe dolomity wykazały niższe wartości parametrów strukturalnych. Najslabiej rozwiniętą mikrostrukturę wykazał dolomit PR-3.

Zakres najmniejszych porów dostępnych dla azotu przy użyciu tej metody wynosił 0,8 nm, a największych – 180 nm. Na rysunku 2 zaprezentowano rozkład objętości porów w funkcji ich średnicy. W próbce PR-1 odnotowano wyższą od pozostałych objętość porów w o średnicach z zakresu 0,8-30 nm oraz o średnicach powyżej 145 nm. W próbce PR-2 największą objętość posiadały pory o średnicach w zakresie powyżej 80 nm. Próbką PR-3 posiadała natomiast pory o wyraźnie niższej objętości w całym zakresie pomiarowym w porównaniu z pozostałymi próbkami.



Rys. 2. Rozkład objętości porów, zgodnie z modelem BJH, w funkcji ich średnicy

Sumując objętości porów o poszczególnych średnicach (Rys. 2), wyznaczono krzywe kumulatywne, zaprezentowane na rysunku 3. W próbce PR-1 uzyskano bardzo zbliżony przebieg i poziom objętości sku-



Rys. 3. Kumulatywna objętość porów, zgodnie z modelem BJH, w funkcji ich średnicy

mulowanej porów, co w próbce PR-2, natomiast w próbce PR-3 wartości przyrostu objętości miały wyraźnie niższe wartości.

5. Wnioski

Przedstawione w niniejszej pracy badania dolomitów pochodzących z polskich kopalni rud miedzi miały na celu wykorzystanie kilku metod pomiarowych prowadzących do ich charakterystyki strukturalnej. Użyto dwóch metod densymetrycznych oraz dwóch porozymetrycznych.

Analizy densymetryczne w zestawieniu z wykorzystaniem autorskiego analizatora do rozdrabniania skał pozwoliły na określenie porowatości całkowitej skał z rozdzieleniem na porowatość otwartą i porowatość zamkniętą. Badania porozymetrii rtęciowej umożliwiły scharakteryzowanie porowatości dolomitów w zakresie makroporów. Dzięki niskociśnieniowej adsorpcji gazowej przeprowadzono analizę najdrobniejszych porów, a wykorzystany w obliczeniach model BJH umożliwił charakterystykę mezoporów, w których zachodzi zjawisko kondensacji kapilarnej.

Wyniki pomiarów densymetrycznych były zbieżne z pomiarami porozymetrycznymi. Najwyższą porowatość całkowitą i porowatość otwartą, wyznaczone metodami densymetrycznymi, posiadał dolomit PR-1. Występujące na jego powierzchni makropory oznaczały się największą średnią średnicą, rzędu 0,17 μm . Próbka ta miała również najwyższą wartość całkowitej objętości makroporów wynoszącą blisko 34 mm^3/g i powierzchni właściwej makroporów, na poziomie 0,78 m^2/g . Dolomit PR-1 miał rozbudowaną strukturę porową w całym zakresie porowatości, co potwierdziły analizy z użyciem azotu jako adsorbentu. Według tych analiz, w zakresie najdrobniejszych porów, posiadał on największą powierzchnię właściwą BJH na poziomie 3,7 m^2/g oraz najwyższą objętość mezoporów (9,4 mm^3/g), w porównaniu z pozostałymi próbkami dolomitów.

Najniższą porowatością określoną densymetrycznie cechował się dolomit PR-3. Określona w porowatość całkowita wyniosła 9,48%, w tym porowatość otwarta blisko 8,39%. Określona metodą porozymetrii rtęciowej powierzchnia właściwa wyniosła 0,4 m^2/g , a całkowita objętość porów blisko 13 mm^3/g . Analizy niskociśnieniowej adsorpcji N_2 wykazały, że również w zakresie mikroporowatości próbka PR-3 miała najslabiej rozbudowaną strukturę porową i najniższe wartości cechujących ją parametrów.

Proponowane w pracy zestawienie badań densymetrycznych i porozymetrycznych opisujących właściwości strukturalne skał miedzionośnych jest istotne z punktu widzenia możliwości występowania w nich gazu i tym samym może stać się jednym z elementów składowych oceny parametrów gazogeodynamicznych w tych skałach. Określone laboratoryjnie parametry strukturalne pomagają w wyznaczeniu rejonów cechujących się odmiennymi właściwościami strukturalnymi, choć nie dają jednoznacznej informacji o stanie zagrożenia gazowego. W celu uzyskania pełniejszej informacji na ten temat konieczne jest uzupełnienie analiz o bilans gazowy, co jest przedmiotem dalszych badań i opracowań autorów.

Literatura

- Bąk B., Radwanek-Bąk B., Wyszomirski P., 2011: *Aktualny przegląd krajowych złóż dolomitów w aspekcie wykorzystania w przemyśle materiałów ogniotrwałych*. Gospodarka Surowcami Mineralnymi, 27, 1.
- Barrett E.P., Joyner L.G., Halenda P.P., 1951: *The determination of pore volume and area distribution in porous substances. I. Computations from nitrogen isotherms*. Journal of the American Chemical Society, 73, 373-380.
- Brunauer S., Emmett P.H., Teller E., 1938: *Adsorption of Gases in Multimolecular Layers*. Journal of the American Chemical Society, 60, 309.
- Godyń K., 2016: *Mikroskopowe metody badań charakteryzujące przestrzeń porową dolomitów z cechsztyńskich miedzionośnych formacji skalnych rejonu Polkowic*. Prace IMG PAN, 18, 3.
- IUPAC, 1982: *Physical Chemistry Division, Commission On Colloid and Surface Chemistry Including Catalysis, Subcommittee on reporting gas adsorption data*. Reporting Physisorption data for gas/solid systems with Special Reference to the Determination of Surface Area Porosity. Pure and Applied Chemistry, 54, 11.
- Koziel K., Łochańska D., 2018: *Ocena właściwości i zakres zastosowania wybranych skał osadowych do wyrobu elementów dla budownictwa, drogownictwa i małej architektury*. Prace IMG PAN, 20, 3, 239-244.
- Kudasik M., Pajdak A., Skoczylas N., 2018: *The validation process of the method of balancing gas contained in the pore space of rocks via rock comminution*. Archives of Mining Sciences, 63, 4, 989-1005.

- Kudasik M., Skoczylas N., Murzyn T., Wierzbicki M., 2014: *Efektywność rozdrabniania skal w kontekście oceny zawartego w nich gazu*. Prace IMG PAN, 16, 3-4, 81-84.
- Manecki A., Muszyński M. (red.), 2008: *Przewodnik do petrografii*. Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków.
- Pajdak A., Godyń K., Kudasik M., Murzyn T., 2017: *The use of selected research methods to describe the pore space of dolomite from copper ore mine, Poland*. Environmental Earth Sciences, 76, 389.
- Pajdak A., Kudasik M., 2016: *Wybrane właściwości strukturalne dolomitu z kopalń rud miedzi*. Prace IMG PAN, 18, 3, 3-9.
- Rouquerol J., Avnir D., Fairbridge C.W., Everett D.H., Haynes J.H., Pernicone N., Ramsay J.D.F., Sing K.S.W., Unger K.K., 1994: *Recommendations for the characterization of porous solids*. International Union of Pure and Applied Chemistry 66, pp. 1739-1758.
- Szymanek A., de las Obras-Loscertales M., Pajdak A., 2018: *Effect of sorbent reactivity on flue gas desulphurization in fluidized-bed boilers under air firing mode*. The Canadian Journal of Chemical Engineering, 96, 4, 895-902.
- Wierzbicki M., Młynarczuk M., 2013: *Structural aspects of gas and dolomite outburst in Rudna copper mine*. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 57, 2013, p. 113-118.
- Wyszomirski P., Przytuła S., 2013: *Charakterystyka surowca kruszywa dolomitowego na przykładzie kopaliny z Libiąża (region śląsko-krakowski)*. Kruszywa: produkcja – transport – zastosowanie, Nr 3, s. 18-23.

Evaluation of structural parameters of dolomites from copper ore mines using densimetric and porosimetric methods

Summary

The article presents the results of structural analyses of three dolomite samples (PR-1, PR-2, PR-3) from Polish copper ore mines. Helium pycnometry, quasi-fluid pycnometry, mercury porosimetry and gas porosimetry were used for this purpose. The highest values of total and open porosity, determined by densimetric methods, were found in sample PR-1 and the smallest in sample PR-3. The porosity determined for sample PR-1 was 18% and open porosity amounted to 17.6%. The values of the same parameters in PR-3 were 9.5% and 8.4% respectively. Dolomite PR-1 had the most developed pore structure in the whole range of porosity, which was confirmed by porosimetric analyses. The total pore volume of the samples was in the range of 6-34 mm³/g and the surface area was in the range of 0,4-0,8 m²/g. The surface area of the smallest pores was from 2,0 m²/g to 3,7 m²/g. The volume of mesopores in the dolomites tested was in the range of 6,1-9,4 mm³/g. The lowest porosity, determined by porosimetry, was found in dolomite PR-3. The structural characteristics of dolomites may be an important element in the evaluation of gasogeodynamic parameters of dolomites.

Keywords: dolomite, structural properties, surface area, porosity