

Parametry wytrzymałościowe łupka miedzionośnego

Lesław Bagiński

Politechnika Wrocławska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii,
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, leslaw.baginski@pwr.edu.pl

Streszczenie

W pracy określono parametry wytrzymałościowe dla ilastego i dolomitycznego łupka miedzionośnego. Stwierdzono, że średnia arytmetyczna badań jednoosiowego ściskania prób dla łupka ilastego wynosi 56,98 MPa, a moduł sprężystości Younga 5,56 GPa. Stwierdzono też, że średnia arytmetyczna badań jednoosiowego ściskania dla łupka dolomitycznego wynosi 113,0 MPa, a modułu sprężystości Younga 9,91 GPa. Porównując wyniki badań wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie dla badanych łupków z danymi dla łupków dolomitycznych zawartymi w opracowaniu KGHM Cuprum Sp. z o.o. Centrum Badawczo-Rozwojowe można zauważyć, że wytrzymałość R_c była w przedziale od 92,6 do 130,2 MPa, natomiast moduł sprężystości Younga wynosił od 26,6 do 42,1 GPa. Zatem wyniki prób na jednoosiowe ściskanie dla badanych łupków mieszczą się w przedziałach podanych przez KGHM Cuprum, natomiast moduł Younga sprężystości liniowej podłużnej jest zdecydowanie mniejszy.

Wprowadzenie

Złoża rudy miedzi w sąsiedztwie kopalni Polkowice-Sieroszowice posiadają nieregularną formę warstw skalnych w dolnej części cechsztynu zalegających na głębokościach od 381,0 do 1280 m ppt., obejmując warstwy wapienia, łupka miedzionośnego, dolomitu oraz białego piaskowca w stropowej części. Zmienna miąższość powoduje nieregularne profile złożowe rud. Rozciągłość złóż NW-SE zapada pod niewielkim kątem od 1 do 6° (Cuprum, 1996). Rozpatrywany łupek ilasty to drobnoziarnista skała osadowa zbudowana głównie z minerałów ilastych z domieszką kwarcu, powstała przez cementację iltu w wyniku kompaktacji. Natomiast łupek dolomityczny zbudowany jest głównie z dolomitu, a w mniejszym stopniu z minerałów ilastych, oraz występujących w niewielkich ilościach minerałów siarczkowych miedzi i substancji organicznych z charakterystycznym warstwowaniem. Ciemna barwa łupów została zdominowana przez obecność składników organicznych (Bakalarz, 2014).

Występowanie łupka ilastego i dolomitycznego w kopalni Polkowice-Sieroszowice

W Polkowicach Głównych łupek miedzionośny występuje w postaci łupków ilasto-dolomitycznych oraz łupków dolomitycznych czarnych o miąższości warstw od 0,3 do 0,8 m, zmniejszonej do 0,1–0,3 m w sąsiedztwie stref kamiennych. W Polkowicach Wschodnich miąższość warstwy łupka ilasto-dolomitycznego czarnego wynosi od 0,0 do 0,2 m i występuje on części północno-wschodniej rejonu. W Polkowice Zachodnich występuje łupek ilasto-dolomityczny i dolomityczny o miąższości od 0,1 do 0,4 m. Miąższość w bezpośrednim sąsiedztwie strefy kamiennej ulega zmniejszeniu do 0,2–0,3 m. W Polkowicach-Sieroszowicach łupek miedzionośny występuje w postaci łupka ilastego, łupka ilasto-dolomitycznego oraz łupka smolistego.

Badania wytrzymałościowe

Poddane badaniu próbki łupka ilastego oraz łupka dolomitycznego pobrano ze świeżo odsłoniętej skały z miejsc reprezentujących średnie właściwości mechaniczne i technologiczne warstwy złoża. Do badań przygotowano dwa pakiety prób foremnych prostopadłościennych o smukłości jeden (stosunek wysokości do boku próby), w ilości trzech sztuk dla każdego pakietu, przy użyciu przecinarki do materiałów skalnych zachowując równoległość płaszczyzn. Krawędzie prób po obróbce wyszlifowano w celu uzyskania prostych i równych płaszczyzn bez wyszczerbień. Próby pierwotne ważyły powyżej 0,5 kg. Próby laboratoryjne przed badaniem pozostawiona na około 72 godziny w pomieszczeniu o przeciętnych warunkach klimatycznych w temperaturze około 21 °C. Powyższe czynności wykonano zgodnie z Normą (1996). Próbki zmierzono suwmiarką z dokładnością do 0,05 mm, a następnie zważono je na wadze analitycznej z dokładnością do setnej części grama. Na tej podstawie obliczono powierzchnie przekroju, objętość oraz gęstość objętościową. Próby spełniały wymogi początkowe testu. Badania wykonano na maszynie wytrzymałościowej MTS 816.03 połączonej z zasilaczem hydraulicznym oraz stacją roboczą wyposażoną w program do rejestracji wyników badań TestWorks. Metoda badań polegała na obciążaniu próby prostopadłościenną umieszczonej centrycznie pomiędzy płytami dociskowymi ze stałym przyrostem siły wynoszącym 500 N/s do momentu zniszczenia próby. Wartości siły P_{\max} odczytywano w chwili zniszczenia próby oraz obliczano wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie. Jako wynik przyjęto średnią arytmetyczną dla każdego pakietu badań (Norma, 1997). Wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie R_c dla próbek o smukłości jeden wyrażoną w MPa obliczono ze wzoru:

$$R_c = \frac{P}{A} \cdot \frac{8}{9} \text{ [MPa]}$$

gdzie P to wartość siły, przy której nastąpiło zgniecenie próbki w MN, A powierzchnia poprzecznego przekroju próbki w m^2 , a $\frac{8}{9}$ to bezwymiarowy współczynnik korygujący dla prób o smukłości równej jeden.

Wyniki badań

Pakiem I nazwano skałę osadową drobnoziarnista o wyraźnej kierunkowości i teksturze łupkowej o barwie ciemnoszarej do czarnej, wykazującej cechy łupka ilastego. Zdjęcie próbek Pakietu I pokazano na rys. 1, a w tabeli 1 zamieszczono ich podstawowe dane. Wyniki badań wytrzymałościowych próbek łupka ilastego zamieszczono w tabeli 2 oraz na rysunku 2.



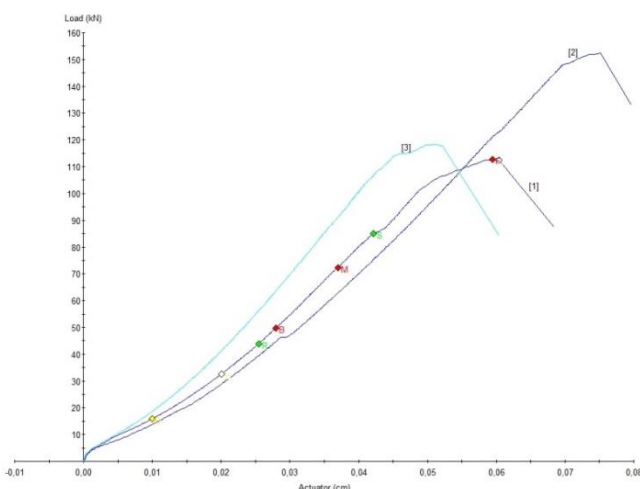
Rys. 1. Zdjęcie próbek Pakietu I (łupek ilasty)

Tabela 1. Pakiet I – podstawowe dane próbek łupka ilasty

Lp.	wymiar <i>A</i> , mm	wymiar <i>B</i> , mm	wysokość <i>h</i> , mm]	masa g	powierzchnia przekroju <i>F</i> , cm ²	objętość próby <i>V</i> , cm ³	gęstość objętościowa ρ , g/cm ³
1	45,00	44,55	44,60	220,91	20,05	89,41	2,47
2	44,90	44,15	42,20	217,04	19,82	83,65	2,59
3	44,65	44,75	44,35	218,55	19,98	88,62	2,47

Tabela 2. Wyniki badań Pakietu I – łupek ilasty

Lp.	siła niszcząca	jednoosiowe ściskanie	moduł Younga
	kN	<i>R_c</i> , MPa	<i>E</i> , GPa
P1	112,60	49,93	5,08
P2	152,41	68,34	5,44
P3	118,37	52,66	6,17



Rys. 2. Przebieg badań wytrzymałościowych próbek łupka ilastego (Pakiet I)

Pakiet II z kolei to skała osadowa zwięzła, masywna, jednorodna i niespękana o barwie jasnej do ciemnoszarej, z widocznym warstwowaniem oraz dużą twardością charakterystyczną dla łupka dolomitycznego. Zdjęcie próbek Pakietu II pokazano na rys. 3, a w tabeli 3 zamieszczono ich podstawowe dane. Wyniki badań wytrzymałościowych próbek łupka ilastego zamieszczono w Tabeli 4 oraz na rys. 4.

Moduł sprężystości liniowej Younga *E* jako tangens kąta nachylenia stycznej do prostoliniowego odcinka krzywej obciążania dla badanych próbek wyznaczono wykorzystując zależność:

$$E = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sigma_{II} - \sigma_I}{\varepsilon_{II} - \varepsilon_I}$$

gdzie σ_I, σ_{II} to naprężenia na granicy sprężystości a $\varepsilon_I, \varepsilon_{II}$ to odkształcenia. Sposób odczytu modułu sprężystości liniowej Younga pokazano na rys. 5.



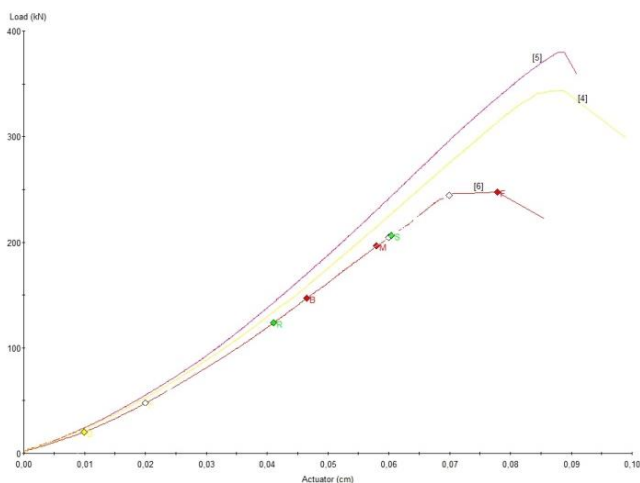
Rys. 3. Zdjęcie próbek Pakietu II (łupek dolomityczny)

Tabela 3. Pakiet II. Podstawowe dane próbek łupka dolomitycznego

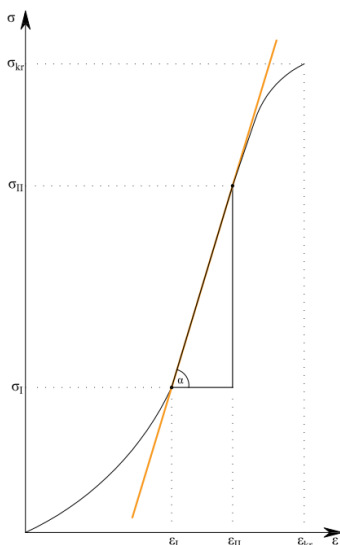
Lp.	wymiar	wymiar	wysokość	masa	powierzchnia przekroju	objętość próby	gęstość objętościowa
	A, mm	B, mm	h, mm	g	F, cm ²	V, cm ³	ρ , g/cm ³
4	50,55	50,55	50,45	342,76	25,55	128,92	2,66
5	50,25	50,70	50,35	343,19	25,48	128,28	2,68
6	50,15	50,60	50,65	344,42	25,38	128,53	2,68

Tabela 4. Wyniki badań pakietu II – łupek dolomityczny

Lp.	siła niszcząca	jednoosiowe ściskanie	moduł Younga
	[kN]	R _c [MPa]	E [GPa]
P4	247,29	86,02	8,63
P5	379,94	132,56	11,01
P6	343,78	120,42	10,10



Rys. 4. Przebieg badań wytrzymałościowych próbek łupka dolomitycznego (Pakiet II)



Rys. 5. Sposób odczytu modułu sprężystości liniowej Younga

Omówienie wyników badań i wnioski

Średnia arytmetyczna badań jednoosiowego ściskania prób dla Pakietu I wyniosła 56,98 MPa, a moduł sprężystości Younga średnio 5,56 GPa. Wytrzymałości R_c dla łupka ilastego, według opracowania KGHM Cuprum Sp. z o.o. dla skał złożowych zagłębia miedziośnego były w przedziale 20-58 MPa (Cuprum, 1996). W przypadku modułu sprężystości Younga według Cuprum (1996) mieszczą się w przedziale 8–19 GPa.

Średnia arytmetyczna badań jednoosiowego ściskania dla Pakietu II wyniosła 113,0 MPa, a średnia modułu sprężystości Younga 9,91 GPa. Porównując wyniki badań wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie dla łupków dolomitycznych zawartych w opracowaniu Cuprum (1996) można zauważyć, że określona tam wytrzymałość R_c była w przedziale od 92,6 do 130,2 MPa, natomiast moduł sprężystości Younga wynosił od 26,6 do 42,1 GPa.

Podziękowania

Podziękowania kieruję do Prof. dr hab. inż. Jana Drzymały, prof. zw. Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii za nieustającą mobilizację i dobre słowo.

Literatura

- Cuprum, 1996, KGHM CUPRUM Sp. z o.o. Centrum Badawczo-Rozwojowe – Opracowanie i wydanie nowej edycji katalogów fizykochemicznych cech skał złożowych i otaczających występujących w obszarze kopalń LGOM.
- Bakalarz A., *Charakterystyka chemiczna i mineralogiczna wybranych łupków pochodzących z Legnicko-Głogowskiego okręgu miedziośnego*. WGGG PWr, Wrocław, 2014, 13-18.
- Norma, 1996, PN-G-04301:1996 – *Pobieranie i przygotowanie próbek do badań własności mechanicznych i technologicznych*.
- Norma, 1997, PN-G-04303:1997 – *Skały zwięzłe. Oznaczenie wytrzymałości na ściskanie z użyciem próbek foremnych*.