

OCENA PODATNOŚCI NA WIETRZENIE FIZYCZNE SKAŁ DOLNOMASTRYCHCKICH PRZEŁOMOWEGO ODCINKA WISŁY ŚRODKOWEJ

UKD 551.311.233:539.388.8+539.379.24+536.4:562.54:551.763.333(438—11:282.243—191.2)

Szerokie rozprzestrzenienie zwietrzelin, złożoność ich budowy, zmienność własności fizyczno-mechanicznych, wymagają coraz pełniejszej inżyniersko-geologicznej oceny tych utworów. Szczególnie ważne jest tu określenie podatności skał niezwiertzalnych i zwietrzelin na działanie wietrzenia. Określenie tej własności pozwoli na prognozowanie zmian warunków inżyniersko-geologicznych w trakcie wykonawstwa i eksploatacji obiektów inżynierskich.

W ostatnich latach przeprowadzono szereg prób opracowania liczbowych wskaźników zwietrzenia oraz podatności na wietrzenie. Zagadnieniami tymi zajmowali się: L. Müller (5), A. Hamrol (3), W. B. Szwiec (6, 7) i S. D. Woronkiewicz. Opracowane wskaźniki dotyczące wybranych typów zwietrzelin nie pozwalają na charakterystykę zwietrzenia i podatności na wietrzenie w profilu wietrzeniowym. Przy określaniu podatności na wietrzenie, czym głównie zajmował się W. B. Szwiec (6), nie uwzględniono pęcznienia i skurczu skał jako czynników wietrzenia fizycznego.

Przedstawione w artykule wskaźniki podatności na wietrzenie są próbą jej ilościowej oceny na wietrzenie fizyczne skał dolnomastrychckich w profilu wietrzeniowym przełomowego odcinka Wisły środkowej. Badania prowadzono dla stref w nawiązaniu do zaproponowanego przez autora w pracy z 1965 r. podziału zwietrzelin „in situ”, gdzie w profilu wietrzeniowym zwietrzelin „in situ” wyróżniono od góry:

- I strefę gliniastą,
- II strefę gruzu drobnego niezorientowanego,
- III strefę gruzu płytkowego zorientowanego,
- IV strefę zgruzowania,
- V strefę monolityczną.

Badane skały zgodnie z podziałem W. C. Kowalskiego (4) zaliczono do margli opokowych, opok marglistych i ilowo-czertowych. Skały te zawierają od 36,5 do 52,6% węglanów; 20,0—44,0% krzemionki bezpostaciowej i 19,5—28,3% minerałów ilowych oraz innych glinokrzemianów. Wśród minerałów ilowych wyróżnia się przede wszystkim minerały grupy montmorylonitu i illitu.

Skały posiadają strukturę aleurytowo-pelitową. Wykształcone są głównie w biofacji otwornicowo-spikulowej, posiadają mikrostruktury smugowo-warstwowe, miejscami zaburzone lub beżładne.

Skład mineralny, a szczególnie zawartość — montmorylonitu, struktura i tekstura, a głównie porowatość i sposób ułożenia igieł gąbek i przegubowy system ich powiązań powodują, że skały te są podatne na działanie czynników wietrzenia fizycznego, związanych z wodą. W pracy z 1969 r. wykazano, że badane skały podlegały wietrzeniu fizycznemu głównie pod wpływem pęcznienia i skurczu oraz zamarzania i odmarzania. Przy określaniu wskaźników podatności na wietrzenie fizyczne uwzględniono te właśnie czynniki.

Próbki skał poddawano badaniom modelowym tzw. „wietrzenia uzupełniającego” (6). Wietrzenie uzupełniające w przeprowadzonych badaniach polegało na intensywnym, odbywającym się w stosunkowo krótkim czasie działaniu na wytypowane próbki cyklicznych zmian wilgotności lub cyklicznych zmian temperatury.

Jako kryterium oceny podatności badanych skał na wietrzenie przyjęto zmiany własności mechanicznych, określone w bębnie Devala dla próbek w stanie naturalnym i próbek poddanych „wietrzeniu uzupełniającemu”. Do badań „wietrzenia uzupełniającego” wytypowano próbki ze stref gruzowych i monolitycznej profilu wietrzeniowego. Nie prowadzono badań dla strefy zgruzowania, ponieważ jak to wykazano, strefa ta w porównaniu ze strefą mo-

nołityczną nie wykazuje większych różnic wytrzymałości i w związku z tym wyniki uzyskane dla strefy V można odnieść i do strefy IV. Próbki przeznaczone do badań dzielono na trzy części.

Pierwszą część przeznaczono do badań ścieralności w bębnie Devala w stanie naturalnym, drugą do „wietrzenia uzupełniającego”, ale poprzez odmrażanie i zamrażanie. Do badań brano frakcję od 40 do 63 mm. Wszystkie wytypowane próbki w stanie całkowitego wysuszenia w temp. 105° posiadały wagę 2 kg. Próbki przeznaczone do badań modelowych działania zmian temperatury podlegały 25-krotnie cyklicznemu procesowi zamarzania i odmarzania w zakresie temperatur od +20 do -20°C. W związku z tym, że określony metodą elektrooporową czas potrzebny na całkowite zamarznięcie wody w porach skały był dla poszczególnych próbek różny przyjęto czas optymalny, wynoszący 6 godzin. Proces ten odbywał się przy całkowitym nasyceniu próbek wodą. W trakcie badań rejestrowano fotograficznie, co 5 cykli, zmiany zachodzące w materiale.

Badania pęcznienia i skurczu również odbywały się poprzez 25-krotne cykliczne zmiany wilgotności od stanu powietrzno-suchego (wilgotność około 5%) do stanu całkowitego nasycenia wodą. Badanie prowadzono w temp. +20°C.

Czas wysychania i nawilgacania od podsiąkania kapilarnego do całkowitego nasycenia próbek został określony doświadczalnie i wynosił 192 godziny. Przyjęcie takiego okresu gwarantowało w pierwszym przypadku doprowadzenie wszystkich próbek do wilgotności 5%, w drugim — do całkowitego nasycenia próbek wodą. Badania prowadzono przy użyciu wody destylowanej. W trakcie badań rejestrowano fotograficznie, co 5 cykli, charakter zmian zachodzących w materiale.

Uzyskane wyniki charakteryzują podatność badanych skał w profilach wietrzeniowych na wietrzenie fizyczne. Podatność ta da się scharakteryzować w sposób ilościowy, poprzez określenie pewnych liczbowych wskaźników podatności na wietrzenie.

Przy zastosowaniu jako kryterium podatności na wietrzenie zmian ścieralności w bębnie Devala matematyczny wyraz wskaźników podatności na wietrzenie fizyczne jest następujący:

- 1) przy pęcznieniu i skurczu:

$$Spw = \frac{Sp - S}{S}$$

gdzie: Sp — ścieralność w bębnie Devala po „wietrzeniu uzupełniającym” (pęcznienie — skurcz),

S — ścieralność w bębnie Devala przed „wietrzeniem uzupełniającym” w stanie naturalnym.

- 2) przy zamarzaniu i odmarzaniu:

$$Szw = \frac{Sz - S}{S}$$

gdzie: Sz — ścieralność w bębnie Devala po „wietrzeniu uzupełniającym” (zamarzanie — odmarzanie).

Podatność skały na jeden z wyżej wymienionych dwóch głównych czynników wietrzenia fizycznego badanych skał w stosunku do całkowitej podatności na wietrzenie fizyczne określa wskaźnik podatności na wietrzenie fizyczne:

$$W = \frac{Spw - Szw}{Spw + Szw}$$

WYNIKI BADAŃ MODELOWYCH „WIETRZENIA UZUPEŁNIJĄCEGO”, ZMIANY ŚCIERALNOŚCI W WYNIKU PROCESÓW: PĘCZNIENTA-SKURCZU I ZAMARZANIA-ODMARZANIA ORAZ WYNIKI OBLICZEŃ WSKAŹNIKÓW PODATNOŚCI NA WIETRZENIE FIZYCZNE

(S_{zw} , S_{pw} , W).

Nr próbeki		S ścieralność w stanie naturalnym $S - w \%$	S_z ścieralność po zamrażaniu 25 cykli w %	S_p ścieralność po 25 cyklach pęcznienia i skurczu	$S_{zw} = \frac{S_z - S}{S}$ przy zamrażaniu	$S_{pw} = \frac{S_p - S}{S}$ przy pęcznieniu	$W = \frac{S_{pw} - S_{zw}}{S_{pw} - S_{zw}}$	
Strefa II	8.2.1 a b c	40,50	46,85	62,50	0,16	0,54	+0,54	
	13.2.1 a b c	26,40	34,50	40,20	0,30	0,52	+0,28	
	18.2.1 a b c	54,25	59,65	56,65	0,10	0,04	-0,43	
	Strefa III	8.3.1 a b c	12,06	16,30	18,65	0,85	0,55	+0,22
		8.3.1 a b c	14,25	16,10	19,50	0,13	0,37	+0,48
		13.3.3 a b c	19,45	23,25	28,60	0,19	0,46	+0,41
15.3.1 a b c		15,00	21,25	23,50	0,42	0,57	+0,15	
18.3.1 a b c		12,50	43,00	44,85	0,12	0,05	-0,41	
Strefa V		3.5.1 a b c	7,50	15,20	16,80	1,24	1,03	-0,09
	4.5.1 a b c	14,80	15,30	16,75	0,00	0,17	+0,48	
	5.5.1 a b c	8,93	13,50	13,80	0,54	0,51	-0,03	
	13.5.1 a b c	16,75	19,30	26,25	0,16	0,57	+0,56	
	18.5.1 a b c	31,25	46,25	33,40	0,48	0,07	-0,74	

U w a g a: objaśnienia symboli znajdują się w tekście.

Wskaźnik W może przybierać wartości dodatnie i ujemne. Przy wartościach $W = 0$ skała wykazuje jednakową podatność na wietrzenie poprzez zamrażanie i odmarzanie, jak poprzez pęcznienie i skurcz. Przy wartościach $W < 0$ skała wykazuje większą podatność na zamrażanie i odmarzanie, a przy wartościach $W > 0$ — na pęcznienie i skurcz.

Uzyskane wyniki i obliczone wartości wskaźników podatności na wietrzenie S_{pw} , S_{zw} i W zestawiono w tabeli. Analiza uzyskanych wyników pozwala stwierdzić, że:

1. Z trzynastu przebadanych próbek około 60% (8 próbek) charakteryzuje się wyższymi wartościami wskaźnika S_{pw} od wskaźnika S_{zw} (tzn. dla próbek tych spełnione są nierówności: $S_{pw} > S_{zw}$, $W > 0$); 25% (3 próbki) charakteryzuje się wyższymi wartościami wskaźnika S_{zw} od S_{pw} ($S_{zw} > S_{pw}$, $W < 0$), a 15% (2 próbki) charakteryzuje się prawie równymi wartościami wskaźników S_{pw} i S_{zw} ($S_{pw} = S_{zw}$, $W = 0$). Wskazuje to, że dla badanych skał w profilu wietrzeniowym głównym czynnikiem wietrzenia

fizycznego jest pęcznienie i skurcz (cykliczne zmiany wilgotności skały).

2. Pomiedzy wartością wskaźnika S_{pw} a zawartością minerałów ilowych w badanej próbce skały istnieje wyraźna korelacja: im wyższa jest zawartość minerałów ilowych w próbce, tym wyższy jest stosunek wskaźników S_{pw} i S_{zw} oraz tym wyższe dodatnie wartości przybiera wskaźnik podatności na wietrzenie fizyczne W . Pomiedzy wskaźnikami S_{pw} , S_{zw} i W , a zawartością bezpostaciowej krzemionki i węglanów brak w oparciu o dotychczasową liczbę przeprowadzonych badań wyraźniejszej zależności.

LITERATURA

1. Drągowski A. — Inżyniersko-geologiczna charakterystyka zwietrzelin utworów dolnomastrychckich przełomowego odcinka Wisły środkowej i przyległych wyżyn. Materiały Sympozjum w Kazimierzu Dolnym. Katowice, 1965.
2. Drągowski A. — Wpływ wody na własności fizyczno-mechaniczne skał dolnomastrychckich w

profilach wietrzeniowych doliny Wisły środkowej i przyległych wyżyn. Dysertacja doktorska, UW. Warszawa, 1969.

3. Hamrol A. — A Quantitative Classification of the Weathering and Weatherability of Rocks. Proceedings of the Fifth International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering. Paris, 1961.
4. Kowalski W. C. — Wytrzymałość na ściskanie budowlanych skał senońskich przekomowego odcinka Wisły środkowej na tle ich litologii. Biul. geol. UW., 1961, t. 1, cz. 2.

SUMMARY

The paper presents an attempt at giving quantitative estimation of susceptibility to physical weathering of the Lower Maastrichtian rocks from the area of the mid-course of the Vistula River. The results demonstrate that swelling and shrinkage, as well as frosting and defrosting are the main factors of physical weathering here.

Changes in mechanical properties, determined in Deval's drum for samples in natural state and for those affected by additional weathering, have been accepted as a criterion to estimate rocks susceptible to physical weathering. The intensity of the influence of the main factors of physical weathering on rocks is called by the present author the factor of susceptibility to physical weathering.

The examinations have also demonstrated that about 60 per cent, of the rocks in study reveal greater susceptibility to swelling and shrinkage than to frosting and defrosting.

5. Müller L. — Über das Mass der Auflagerung von Gesteinen. Geologie und Bauwesen. Springer Verlag, Wien, 1951, H. 2.
6. Szwiec W. B. — Rekomendacji po ispytaniu krupnoobłamoczných eluwalnych gruntów na wywietrzenność. Gosstrojizdat, Moskwa, 1964.
7. Szwiec W. B. — Eluwalnyje grunty kak osnovanija sooruzenij. Ibidem.
8. Woronkiewicz S. D. — O koliczestwiennej ocenke wywietrzenosti porod w inzynierno-geologiczeskich cieliach. Woprosy inzyniernoj geologii i gruntowiedienija. Izd. MGU, Moskwa 1963.

РЕЗЮМЕ

В статье представлена попытка количественной оценки подверженности физическому выветриванию пород нижнего маастрихта отрезка среднего течения Вислы в районе Солыца Сандомерского. В результате проведенных исследований определено, что главным фактором физического выветривания исследованных пород являются: вспучивание и сжатие, а также замерзание и оттаивание.

За критерий оценки подверженности исследованных пород физическому выветриванию принято изменение механических свойств, определенное в барабане Деваля для образцов, находящихся в естественном состоянии и подвергавшихся дополнительному выветриванию. Интенсивность воздействия на породы определенных главных факторов физического выветривания, автор предложил называть показателем подверженности физическому выветриванию.

В результате проведенных исследований определено, что около 60% исследованных пород обнаруживает гораздо большую подверженность вспучиванию и сжатию чем замерзанию и оттаиванию.