

VERMIKULIT

JEGO WŁASNOŚCI, WYSTĘPOWANIE I ZASTOSOWANIE

PO DRUGIEJ WOJNIE ŚWIATOWEJ vermikulit stał się cennym i poszukiwanym surowcem dzięki swoim osobliwym własnościom fizycznym. Stosuje się go w coraz większych ilościach przy produkcji lekkich izolacyjnych materiałów ogniotrwałych, w budownictwie, w przemyśle chemicznym i wielu innych dziedzinach. Stąd szerokie zainteresowanie i duża ilość prac dotyczących jego zastosowania, przeróbki i rozmieszczenia, a także własności mineralnych i geologicznych warunków występowania.

Vermikulit znaleziono i opisano w pierwszych dziesiątkach ubiegłego stulecia, podkreślając w opisach jego kryginalną cechę rozpoznawczą, polegającą na tym, że minerał ten włożony w płomień dmuchawki, a nawet zwykłej świecy gwałtownie się rozszerza, przy czym z jego płytek powstają liczne o robaczko-watych kształtach słupki i nitki, co zadecydowało o nazwie (vermiculus — robak). Pierwsze odkrycia i opisy pochodzą z USA, gdzie stwierdzono vermikulit w stanie Vermont i w złożu talku w Worcester w stanie Massachusetts (1824 r.). W późniejszym okresie podawano liczne wystąpienia w innych krajów, nie zawsze potem potwierdzone, a w opisach podkreślano podobieństwo do talku, prophyllitu lub biotyty.

STRUKTURA I WŁASNOŚCI MINERALNE

Duże trudności przedstawiało ścisłe poznanie budowy strukturalnej vermikulitu. Stwierdzono dość dawno, że strukturalnie należy do grupy minerałów o płaskiej sieci przestrzennej, do której zalicza się głównie minerały ilaste, miki, talk i pinofyllit. Według niektórych dawniejszych autorów vermikulit był wyprowadzany z takiej struktury jak talk przez częściowe zastąpienia w jego sieci przestrzennej.

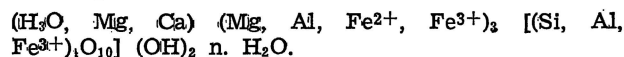
Ostatnie badania traktują strukturę vermikulitu jako pochodną biotyty, zaliczając go do uwodnionych mik magnезowych. Na miejsce wymienionych kationów wiążących, w tym przypadku głównie potasu o promieniu jonowym (K^+ — 1,33 Å), wchodzi prze-ważnie woda w formie jonu hydroksionowego (H_2O — 1,43 Å), a z innych jonów głównie magnez (Mg^{2+} — 0,78 Å). W formie jonu wymiennego w przestrzeniach międzypakietowych mogą występować w małych ilościach jony wapnia (Ca^{2+} — 1,06 Å). Między jonami magnezowymi a jonami hydroksionowymi zachodzi silne wiązanie objawiające się jako hydratacja jonu magnezu.

Istnieją poglądy wypowiedziane na pewnej amerykańskiej konferencji poświęconej minerałom ilastym, że vermikulit należałoby zaliczyć do grupy montmorillonitu. Mimo podobieństwa obrazów rentgenograficznych z montmorillonitem vermikulit jest bardziej gruboziarnisty, trudniej się odwadnia oraz wykazuje wyższą zdolność wymiany kationów. Najbardziej praktyczną metodą oznaczania zdolności wymiany kationów okazała się w przypadku vermikulitu metoda adsorpcji baru (Ba^{2+} — 1,43 Å), ponieważ nasycony nim vermikulit łatwo rozkłada się w 5 n. HCl. W otrzymanym roztworze oznacza się zawartość baru. Dla ilościowego oznaczenia wymiennego wodoru zastosowano metodę usuwania go we wrzącym roztworze octanu baru.

Wyodróżniono trzy formy wody występujące w vermikulicie: pierwszą, trzymaną swobodnie przez wymienne jony w przestrzeniach międzypakietowych, drugą występującą w mniejszej ilości, która jest trzymaną przez jony znacznie silniej w postaci uwodnionych osłonek, trzecią składa się z wody związanej w mineralu w jego sieci przestrzennej w formie grup wodonotlenowych.

Pierwsze dwie grupy są usuwane stosunkowo łatwo w czasie ogrzewania, a proces dehydratacji i hydratacji może przebiegać wielokrotnie. Odstępy międzypakietowe zmniejszają się przy utracie wody i wracają do naturalnych odległości przy ponownym uwodnieniu. W literaturze spotkano opis obserwowanej pod mikroskopem ciemnej linii, która przesuwiała się od zewnątrz ku środkowi przy ponownym uwodnieniu odwodnionej blaszki vermikulitu w czasie przyjmowania przez niego wody w przestrzeń międzypakietową. Linia ta powstaje przy rozszerzaniu się odstęgów międzypakietowych zawartych w przedziale w granicach od 11,59 Å do 13,82 Å do drugiego przedziału ich odległości mieszczącego się w granicach od 13,83 Å do 14,36 Å. W płaszczyznach równoległych do budowy pakietowej szybkość dyfuzji wody była jednakowa w obu kierunkach. Prostopadłe do tych płaszczyzn — dyfuzji praktycznie nie ma. Elastyczność krzemianowych warstw przejawia się w tym, że proces hydratacji może być powtórzony wiele razy bez znacznego zmniejszenia odstęgów międzypakietowych. Przy dwumilimetrowej blaszce vermikulitu w temperaturze 20°C rehydratacja przebiegała w ciągu kilku minut. Najistotniejszą cechą wpływającą na jego liczne zastosowania jest fakt, że pod wpływem ogrzewania vermikulit odwadnia się i gwałtownie zwiększa swoją objętość. To pęcznienie przejawia się w ciągłym wzroście objętości dochodzącym nierzadko nawet do 35-krotnej objętości pierwotnej, przeciętnie w granicach od 16 do 25 razy. Ciężar właściwy vermikulitu waha się w granicach od 2,4 do 2,7 g/cm³. Ciężar nasypowy skały surowej wynosi w przybliżeniu ok. 1920 kg/m³, a po przeprowadzeniu procesu pęcznienia od kilkudziesięciu do 900 kg/m³. Pęcznienie vermikulitu jest prostopadłe do jego ułożenia pakietowego. Proces ten przebiega w warunkach laboratoryjnych już w temp. 600—700°. Dzięki ogrzewaniu powstaje lekka wypełniona powietrzem masa, ze złocistymi, błyszczącymi i odbijającymi promieniowanie ciepłe powierzchniami, charakteryzująca się doskonałymi własnościami termoizolacyjnymi. Mechanizm pęcznienia polega na tym, że w czasie ogrzewania obecna w przestrzeniach międzypakietowych woda gwałtownie przechodzi w parę i pod jej ciśnieniem zachodzi rozdzielenie materiału na cienkie blaszki wzdłuż płaszczyzn łupliwości. W czasie ogrzewania, od punktu kiedy nastąpi nawet częściowa nieodwracalna dehydratacja, materiał w całej swej masie staje się słaby i kruchy. Niezależnie od wzrostu objętości pod względem strukturalnym zarówno materiał surowy, jak i materiał po procesie pęcznienia są identyczne.

Vermikulit ma niestály skład chemiczny i zmienną zawartość cząsteczek wody. Wzór ogólny vermikulitu można przedstawić:



Przyjmuje się, że ilości poszczególnych składników waha się w granicach: SiO_2 37 — 42%, Al_2O_3 10 — 13%, Fe_2O_3 5 — 17%, FeO 1 — 3%, MgO 14 — 23%, H_2O 8 — 18%. W analizach chemicznych stwierdza się także pewne ilości K_2O , Na_2O , CaO oraz zupełnie podrzędnie TiO_2 , MnO i P_2O_5 . Charakterystyczna jest niska zawartość wapnia, który w strukturze vermikulitu wchodzi znacznie gorzej od magnezu wskutek większego promienia jonowego. Przy ocenie vermikulitu jako surowca ważny jest stosunek $Mg:Fe$, który powinien być jak największy. Korzystny wpływ na własności technologiczne vermikulitu ma także duża zawartość wody. Analizy chemiczne vermikuli-

Tabela I

SKŁAD CHEMICZNY WERMIKULITÓW Z RÓŻNYCH ŹRÓDŁ

	Trans- wal	Trans- wal	Trans- wal	Libby	Glen- rock	Ber- Hills	Jansej		Buldym	Buldym	Hafafit	Maroko	Brazy- lia	Fuka- szima
	Zw. Pl. Afryki			USA				ZSRR			Egipt			Japonia
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SiO ₂	39,37	44,32	41,21	41,0	37,40	36,12	37,94	41,50	41,94	36,65	36,23	42,53	35,8	42,41
Al ₂ O ₃	12,08	6,63	8,06	18,0	16,86	13,90	1,44	11,45	11,95	10,75		14,19	15,5	13,87
TiO ₂	—	—	—	—	0,19	0,24	0,50	—	0,39	0,48		1,42	—	—
Fe ₂ O ₃	6,62	9,70	9,20	7,0	12,15	4,24	4,05	9,64	2,40	5,37		14,34	—	—
FeO					4,70	0,68	0,09		4,69	1,81	20,58		10,07	
MnO	0,30	1,01	0,61	—	0,27	ślady	0,20	0,29	0,25	0,21	—	0,71	—	1,02
MgO	23,57	21,92	24,97	21,0	15,38	24,84	25,84	23,17	23,98	24,03	23,59	27,61	26,3	8,42
CaO	1,46	3,32	2,10	1,0	2,10	0,18	0,01	2,36	—	—	1,54	—	—	10,31
NiO	—	—	—	—	0,06	0,28	0,01	—	0,18	0,24	—	—	—	—
Na ₂ O	0,80	0,74	1,30	—	0,42	ślady	0,01	1,89	0,52	0,44	—	—	ślady	—
K ₂ O	2,46	2,30	6,96	1,0	1,01	ślady	0,05	4,12	9,03	5,08	—	—	ślady	—
H ₂ O—					3,00	8,20	10,34		1,18	5,70				4,50
H ₂ O+	11,20	6,65	3,22	11,0	4,64	10,74	9,67	5,69	3,57	6,40	18,36	—	11,7	—
CO ₂	—	—	—	—	—	—	0,02	—	0,06	0,05	—	—	—	—
P ₂ O ₅	—	—	—	—	1,12	—	0,02	—	—	—	—	—	—	—

tów pochodzących z różnych źródeł światowych podaje tab. I.

WARUNKI GEOLOGICZNE WYSTĘPOWANIA I WAŻNIEJSZE ŹRÓDŁA ŚWIATOWE ORAZ PRODUKCJA

Źródło wermikulitu w miarę wzrostu zainteresowania nim jako cennym surowcem stwierdzano w licznych miejscach, a do najważniejszych na świecie zaliczyć obecnie należy złoża w południowo-zachodnim Transwalu oraz złożo w stanie Montana w USA. Wystąpienia złóż wermikulitu znane są też z Kanady, Australii, Nowej Zelandii, ZSRR, Indii, Rodezji, Egiptu, Ugandy, Madagaskaru, Brazylii, Chile i Japonii. Zaznacza się brak większych złóż o charakterze przemysłowym na obszarze Europy.

Wiadomości o warunkach geologicznych występowania wermikulitu są ograniczone. Ogólnie można stwierdzić, że największe złoża tworzą zmienione hydrotermalnie w niskich temperaturach żyły lub soczewki biotytu lub flogopitu, które powstały ze skał ultrazasadowych przez metasomatozę. Wermikulit może też powstać przez proces wietrzenia biotytu, ale w tych warunkach nie tworzy on na ogół większych skupień.

Różne złoża omawianego minerału charakteryzują się jednak odrębnymi warunkami, gdy idzie o szczegóły występowania geologicznego. Niektóre z nich omówimy na podstawie dostępnej literatury.

Źródła wermikulitu w Transwalu są położone w Palaborca w rejonie Selati. Obecnie eksploatowane złożo odkryto tu w 1936 r., a jego zasoby ocenia się na ok. 10 mln t. Ma ono formę eliptyczną o rozciągłości 900 do 1300 m, szerokości 700 do 1000 m i występuje w batolicie, w skład którego wchodzi serpentynit i skała apatytowa granicząca z piroksenitem. W masywie tym spotyka się dalki sjenitu.

Wyróżniono tu dwie odmiany wermikulitu, pierwsza to ciemnobrunatna, zanieczyszczona żelazem, przedstawiająca hydrobiotytową mikę; druga odmiana, bardziej cenna pod względem gospodarczym, to złocisto-brunatny wermikulit pochodzący z flogopitu.

Główna masa przedstawiająca pierwszą odmianę jest drobnoziarnista i występuje zawsze łącznie z apatitem. Jej ciężar właściwy wynosi 2,67 g/cm³, zawartość wody konstytucyjnej jest mała, wynosi bowiem 7 do 8%. W związku z tym liniowy współczynnik pęcznienia też jest stosunkowo niski i mieści się w granicach od 11 do 16. Ten typ wermikulitu jest

bardziej kruchy, a dzięki barwie żelazistej przypomina biotyt.

Druga odmiana, o barwie brązowej do jasnobrazowej i jasnoczłistej, pochodzi od mikki flogopitowej, zawiera 20 do 22% wody, jest mało żelazista, a współczynnik liniowego pęcznienia wynosi od 20 do 30. Ciężar nasypowy materiału poddanego procesowi pęcznienia waha się w granicach od 80 kg/m³ dla materiału grubego o wymiarach ok. 2,5 cm do 225 kg/m³ dla materiału o wymiarze 28 mesh. O rozmiarach eksploatacji świadczy fakt, że złożo w Palaborca eksploatuje się siedmioma poziomami, każdy o wysokości 4,2 m. Po przemiale i wzbogaceniu produkt ma 96% koncentratu.

W USA eksploatuje się kilka złóż wermikulitu. Największe i najważniejsze pod względem surowcowym złożo, eksploatowane przez liczne przedsiębiorstwa, występuje w Libby w stanie Montana. Związane jest ono z zaliczaną do prekambriu serią Belt. Seria ta w okresie fazy laramijskiej została podjęta intruzjami, a procesy hydrotermalne związane z nimi spowodowały powstanie wermikulitu z pierwotnych mik wskutek wylugowania potasu i doprowadzenia na jego miejsce wody. Źródła wermikulitu występują też w stanie Wyoming, Nowada, Karolina i Kalifornia. W wyniku poszukiwań w 1950 r. odkryto też duże złożo wermikulitu w Steinville (Kanada) z zasobami około 300 000 t.

W Australii złoża wermikulitu występują w stanie Queensland na południowo-wschód od miejscowości Home Hill. W rejonie tym występują pionowo zapadające gnejsy oraz łupki tremolitowo-aktynolitowe i graniasto-tremolitowe, a pnie granitowe i żyły pegmatytowe przecinają wspomniane utwory. Wermikulit powstał tu kosztem biotytu zawartego w łupkach i gnejsach.

Również w południowej Nowej Zelandii znaleziono przemysłowe złoża wermikulitu. Przyjmuje się, że skałami pierwotnymi, z których utworzyły się złoża wermikulitu, są duże skupienia biotytu powstałe wskutek regionalnego metamorfizmu ultrazasadowych skał. Jedno z takich skupień biotytowych uległo przeobrażeniu w wermikulit. Podobnie jak przy wystąpieniach w południowej Afryce i tu przyjmuje się, że wermikulit utworzył się poprzez uwodnienie i wyprowadzenie potasu i flogopitu i biotytu. Zaznaczyć się tu oddziaływanie intruzji kwarcowo-mikroklonowych pegmatytów na skupienia biotytowe. Wyróżniono trzy odmiany, z których przemysłowo najważniejsza jest odmiana drobnoziarnista o żółtych blaskach.

W ZSRR najważniejsze złoża wermikulitu znajdują się na Uralu, w środkowej jego części. Tworzą grube

o znacznej długości soczewki wśród skał ultrazasadowych, na które oddziaływały roztwory związane z małymi intruzjami granitowymi.

W Indiach złoża wermikulitu występują w szeregu punktów, niekiedy o dużych zasobach, ale obecnie brak jeszcze ścisłych danych o ich rozmiarach i rodzaju. Najważniejsze złoża koncentrują się w rejonie Chatra, Mysore, Channaraypatra i innych. Wermikulit występuje tu w prekambryjnych utworach, wstrefach, gdzie ultrazasadowe skały były intrudowane kwaśną lub zasadową magmą. Na ogół wermikulit występuje tu w zmienionych ultrazasadowych skałach oraz kontaktujących z nimi pegmatytach i żyłach kwarcowych. Występujące odmiany charakteryzują się kolorem brunatnym z metalicznym połyskiem oraz odmiany ciemnozielone i brunatnoszare.

W południowej Rodezji największe złoża wermikulitu występują w kompleksie Sava-Hills. Przedstawiają one nieregularne skupienia i żyły przecinające pikrosenit i sienity, występujące w centralnej części masywu złożonego głównie z serpentynitów. Podobnie jak w Palabora można i tu wyróżnić odmianę ciemną, bardziej drobnoziarnistą, której towarzyszy apatyt, oraz odmianę barwy żółtobrunatnej, określaną jako hydroflogopit. Ta ostatnia odmiana zawiera więcej wody i odznacza się lepszymi właściwościami. Szczególnej jakości wermikulit występuje w pionowych żyłach o grubości do 2 m.

Drobne wystąpienia wermikulitu obserwowano w złożu Hafafit we wschodnim Egipcie. W granitognejsach występują nie duże serpentynitowe skupienia intrudowane skałami dajkami przechodzącymi w pegmatyty. Towarzyszyły im roztwory hydrotermalne, które wnikały w serpentynitowe skały wzdłuż skałeniowych dajek. Pod działaniem roztworów w żyłach tworzyły się wermikulit.

Produkcja wermikulitu w skali światowej rozwija się szybko. Zaczęto go stosować w USA około 1915 r. Jego produkcja w USA przed drugą wojną przedstawiała się następująco: 1924 r. — ok. 2 t, 1925 r. — ok. 92 t, 1935 r. — 6400 t, 1945 r. — ok. 58 327 t.

Tabela II

	1948	1951	1952
USA	125 767 t	189 608 t	189 115 t
Zw. Płd. Afryki	12 527 t	24 507 t	36 213 t
Australia	153 t	56 t	63 t
Południowa Rodezja	16 t	502 t	—
Egipt	—	637 t	60 t
India	—	236 t	—
Kenia	—	3 t	—
	138 463 t	215 549 t	226 000 t

Rozwój produkcji światowej w ostatnich latach przedstawia tabela II. Brak w niej danych o produkcji w ZSRR, gdzie jak wspomniano, znane są również złoża wermikulitu. Mimo bardzo niepełnych danych, zamieszczona tabela jest interesująca i obrazuje wzrost produkcji.

PODSTAWY FIZYCZNE UŻYTKOWANIA I ZASTOSOWANIE PRZEMYSŁOWE WERMIKULITU

Dzięki swoim charakterystycznym właściwościom wermikulit, który przeszedł proces prażenia i znacznie zwiększył swoją objętość, znajduje bardzo liczne zastosowanie, głównie do produkcji lekkich izolacyjnych wyrobów ogniotrwałych, w przemyśle materiałowym budowlanych i przemyśle chemicznym. U podstaw jego zastosowania leżą doskonałe właściwości termooizolacyjne, bowiem współczynnik przewodnictwa cieplnego wermikulitu, który przeszedł proces prażenia, wynosi 0,04 — 0,05 Kcal/m/godz.°C, gdy np. współczynnik ten dla azbestu wynosi 0,15—0,40 Kcal/m/godz.°C. Dalszą istotną właściwością jest bardzo niski ciężar objętościowy, znacznie niższy od wartości 1,0 g/cm³. Temperatura topnienia typowych odmian wermikulitu znajduje się w granicach od

1200 do 1320°. Podkreślić należy dobrą odporność chemiczną wermikulitu. Własności te w różnorodnych zastosowaniach są bardzo cenne.

Złoża wermikulitu eksploatuje się odkrywkowo. Na podstawie literatury można uważać, że wermikulit ze wszystkich złóż eksploatowanych dla celów przemysłowych jest wzbogacany. Zawartość wermikulitu w uróbku waha się w szerokich granicach od 30 do 95%, po wzbogaceniu otrzymuje się koncentrat o zawartości ponad 96% czystego minerału, który w dalszych etapach poddawany jest prażeniu w celu przeprowadzenia procesu pęcznienia. Stosowane są różne sposoby wzbogacania, przy czym wymieniane są w publikacjach zwłaszcza stoły koncentracyjne, flotacja, elektromagnetyczna separacja, a w pewnych szczególnych przypadkach ciecie ciężkie. Wydaje się jednak, że najszersze stosowaną metodą jest oddzielenie w silnym strumieniu powietrza wermikulitu od towarzyszących skał płonnych. Tego rodzaju wzbogacanie wymaga uprzedniego pokruszenia uróbku w łamaczu szczękowym. Po wzbogaceniu koncentrat rozdziela się na odpowiednie frakcje ziarnowe. Przeważnie w tym stanie wermikulit jest transportowany z kopalni do miejsca użytkowania. Fakt ten jest istotny, gdyż transport materiału, który przeszedł proces pęcznienia, byłby nieekonomiczny ze względu na bardzo niski ciężar nasypowy i olbrzymi wzrost objętości produktu poddanego pęcznieniu, dlatego prażenie i proces pęcznienia przeprowadza się w zakładach produkujących materiały budowlane na bazie wermikulitu, a w przypadku zastosowania w budownictwie, nawet bezpośrednio na budowie w specjalnych przewidzianych urządzeniach.

Ogrzewanie wermikulitu w celu przeprowadzenia procesu pęcznienia może być prowadzone w temperaturze ok. 700°, jeżeli otrzymany półprodukt ma być użyty do izolacji w temperaturach niskich. Przy produkcji wyrobów izolacyjnych przeznaczonych do temperatur wysokich proces pęcznienia powinien być przeprowadzony w temperaturze bliskiej tej, w jakiej wyroby będą użyte. Warunkuje to stałość wymiarów i kształtu wyrobów z wermikulitu w czasie ich pracy. Praktycznie proces ten przeprowadza się w temperaturze ok. 1100° w specjalnych małych piecach obrotowych opalanych gazem. Temperatura ta nie może być jednak wyższa od temperatury początku topnienia wermikulitu. Zdolność wermikulitu do wytrzymywania temperatury ponad 1200°, bardzo wysokie własności termooizolacyjne, odporność chemiczna, a po przeprowadzeniu procesu pęcznienia bardzo niski ciężar objętościowy od 0,06 do 0,17 g/cm³, sugerują jego zastosowanie do produkcji ogniotrwałych materiałów izolacyjnych zarówno w formie luźnych wypełniaczy lub zapraw ogniotrwałych, jak też kształtek, bloków i płyt izolacyjnych.

Doświadczenia technologiczne przy produkcji lekkich wyrobów wysokoizolacyjnych miały na celu w ogólnym zarysie ustalenie takiego zestawu masy z wermikulitu oraz składników wiążących, aby podwyższyć ogniotrwałość wyrobów, otrzymać możliwie niski ich ciężar objętościowy i aby przy tym wyroby miały wymagane własności mechaniczne.

Jako składniki wiążące z wermikulitem próbowano substancje o bardzo rozmaitych właściwościach, a przede wszystkim: kaolin, bentonit, glinki ogniotrwałe, magnezyt kaustyczny, cement portlandzki oraz siarczan wapnia, syntetyczne żywice, skrobie i in. Wpływ poszczególnych składników, różne ich ilościowe zestawy badano wykonując próbne serie wyrobów i oznaczając ich właściwości użytkowe. Najkorzystniejsza okazała się masa wermikulit — bentonit — kaolin. Szczególnie korzystne własności powodowała obecność bentonitu. Wprowadzenie kaolinu powodowało korzystne własności masy w czasie formowania oraz dawało dobre wiązanie szerepu w wypalonych wyrobach. Przy zastosowaniu glinki ogniotrwałej jako substancji wiążącej otrzymano stosunkowo słabsze wiązanie w wyrobach. Substancje organiczne podwyższały plastyczne własności masy i pozwalały uzyskać pożądaną, bardzo porowatą strukturę wyrobów po wypaleniu, ale obniżaly ich własności mechaniczne.

Produkowane na bazie wermikulitu ogniotrwałe wyroby izolacyjne oznaczają się niezwykle krótkim cyklem produkcyjnym i dużą jego prostotą. Znalazły one liczne zastosowania, a szczególnie wyrobów o składzie wermikulit — bentonit — kaolin używa się do izolacji cieplnej w piecach martenowskich i wielu innych typach pieców, urządzeń grzewczych i suszarni. Wyroby te dla celów konstrukcyjnych są dostatecznie wytrzymałe, a przy tym bardzo lekkie i mają doskonałe własności termoizolacyjne, które pozostają w odwrotnym stosunku do ich cech mechanicznych. Najczęściej wyroby izolacyjne z wermikulitem mają ciężar objętościowy w granicach od 0,38 g/cm³ do 0,64 g/cm³. Wyroby o bardzo niskim ciężarze objętościowym w granicach od 0,25 g/cm³ do 0,40 g/cm³ mają lepsze własności izolacyjne, jednak zbyt małą wytrzymałość mechaniczną. Wyroby spełniające wymagania konstrukcyjne mają stosunkowo gorsze własności izolacyjne i oznaczają się wyższym ciężarem objętościowym: w granicach od 0,64 g/cm³ do 0,97 g/cm³.

Oprócz wyżej wspomnianej produkcji wyrobów ogniotrwałych izolacyjnych stosuje się wermikulit jako dodatek do lekkich cegieł, bloków i płyt używanych w budownictwie. Cenną ich zaletą jest też zdolność do izolacji od dźwięków. W tym celu w budownictwie mieszkaniowym stosowane są płyty wermikulitowe z dodatkiem żużlu i materiałów wiążących, natomiast w budownictwie przemysłowym szerokie zastosowanie znalazły glazurowane lekkie płyty izolacyjne. Mogą one służyć do budowy kanałów, w których poruszają się gorące gazy. Wprowadzenie glazurowanych cienkich płyt wermikulitowych na pokrycia dachowe hal fabrycznych pozwala na oszczędność materiałów konstrukcyjnych przy ich budowie.

Wermikulit zastosowano też jako lekki wypełniacz do betonów izolacyjnych, służących między innymi do izolacji podziemnych przewodów ciepłych. Specjalnie wysokie własności pod względem izolacji cieplnej jak też i dźwiękowej ma tzw. beton wermikulitowy. Stosuje się też dodatek wermikulitu do tynków szlachetnych, przez co ich własności termoizolacyjne są 3,5 do 4 razy wyższe niż zwykłych tynków. Wermikulitowe betony i tynki są stosowane w budownictwie przy wykonywaniu sztukaterii ściennych i sufitowych. Uzyskuje się przez to lekkość i ognioodporne własności wykończenia wnętrza. Znalazły też zastosowanie natryskiwane izolacyjne betony produkowane na bazie wermikulitu.

W przemyśle chemicznym znalazł zastosowanie wermikulit aktywowany kwasami. Produkt ten nie ulega działaniu pary wodnej i par kwasów. Wykorzystywany bywa przy suszeniu preparatów w obecności czynników korozyjnych a także jako katalizator przy syntezie niektórych związków organicznych. Stosowano go też w charakterze adsorbenta, przy czym jeden gram sproszkowanego wermikulitu ma powierzchnię adsorpcyjną ok. 10,35 m². Bywa też używany jako wypełniacz w chemicznie odpornych masach, do izolacji cieplnych i innych celów.

Oprócz wspomnianych, najważniejszych zastosowań znalazł też wermikulit zastosowanie w wielu innych przypadkach. Użyto go jako wypełniacza przy kasach ogniotrwałych oraz wykorzystując jego lekkość przy kurtynach teatralnych. Szybkie pęcznienie, ogniotrwałość i doskonałe własności termoizolacyjne w podwyższonej temperaturze umożliwiły zastosowanie go w szczególnych przypadkach przy gaszeniu pożarów. Ognisko pożarowe pokryte warstwą wermikulitu jest zlokalizowane dzięki gwałtownemu pęcznieniu i świetnym własnościom termoizolacyjnym tego minerału. Jego własności do wytwarzania poślizgu powierzchni wykorzystano w odlewnictwie. Bardzo rozbudowany wermikulit dodaje się do smarów pracujących w wysokich temperaturach. Korzystną rolę przy procesach formowania w metalurgii proszków odgrywa też mały dodatek wermikulitu.

Wyszczególnione dane, chociaż nie wyczerpują listy zastosowań wermikulitu, wskazują na jego szerokie i wszechstronne użytkowanie.

*

Na terenie Polski nie stwierdzono dotychczas złóż wermikulitu o dobrej jakości, niemniej wzmiankę o zidentyfikowaniu minerału mającego budowę zbliżoną do wermikulitu podaje Z. Bojarski. W jednej z kopalń magnezytów stwierdził minerał barwy brunatno-brązowej o budowie łuskowatej. Na podstawie badań rentgenograficznych, dehydratacji, analizy termicznej różnicowej jak też oznaczeń zdolności wymiany jonów i obserwacji mikroskopowych Z. Bojarski sugeruje, że minerał ten ma strukturę mieszaną wermikulitowo-chlorytową. Przeprowadzone przez S. Pawłowskiego i Z. Bojarskiego badania nad jego przydatnością stwierdzają, że ma on ograniczoną zdolność zwiększania swojej objętości, wskutek czego otrzymane z niego wyroby izolacyjne mają ciężar objętościowy średnio dwukrotnie większy niż wyroby zagraniczne tego typu.

Możliwości występowania wermikulitu w Polsce są raczej ograniczone. Na szczególną uwagę zasługuwałyby przede wszystkim masywy serpentynitowe znane z obszaru Dolnego Śląska, a zwłaszcza te jego części, które kontaktują z intruzjami kwaśnych lub zasadowych skał magmowych. Mogąby wzbudzić zainteresowanie w pracach poszukiwawczych np. masyw serpentynitowy okolicy Braszowice koło Zabkowic Śląskich, który bezpośrednio przylega do tzw. syenitów niemozańskich. Na dawnych niemieckich mapach geologicznych na kontakcie między syenitem a serpentynitem zaznaczona jest strefa łupków mikowych. Poznanie tej strefy wydawałoby się szczególnie ciekawe.

Wydawałoby się również rzeczą ważną przeprowadzenie badań dla uzyskania odpowiedzi, czy różnego rodzaju miki, stanowiące w niektórych rejonach Dolnego Śląska większe nagromadzenia, nie wykazują objawów pęcznienia w czasie ogrzewania, co jest jak wiadomo istotną cechą wermikulitu. Należy zaznaczyć, że wstępne doświadczenia, które autor przeprowadził nad łupkami mikowymi z okolicy Gierczyna koło Świeradowa, dały wyniki negatywne.

LITERATURA

- Amin M. S. Afia M. S. — Anthophyllite-vermiculit deposit of Hafafit, Eastern Desert, Egypt. „Econ Geology” 1954, nr 3, s. 317—327.
- Barshad I. — Cation exchange in micaceous minerals: I. Replaceability of the interlayer cations of vermiculite with ammonium and potassium ions. „Soil Sci”. 1954, nr 6, s. 463—472.
- Bojarski Z. — Skład mineralny i budowa krajowych skał talkowych. „Prace Inst. Min. Hutnictwa” 9, z. 1. Katowice 1957.
- Carruthers D.S. — Vermiculite and asbestos occurrences Home-Hill district. „Queensl. Govt. Mining J.” 1954, nr 627, s. 64—65.
- Finckh L. — Erläuterungen zur Geologischen Karte v. Preussen, Bl. Zobten. Berlin 1928.
- Finckh L. — Erläuterungen zur Geologischen Karte v. Preussen, Bl. Frankenstein. Berlin 1932.
- Hinter J. — Developments in the manufacture and use of vermiculite high temperature insulation. „Amer. Ceram. Soc. Bull.” 1956, nr 4, s. 147—150.
- Kimpflin G. — La Vermiculite I. Chimie, minéralogie et géologie. „Chimie et industrie” 1954, nr 1, s. 152—158.
- Kimpflin G. — La Vermiculite II. Applications. „Chimie et industrie” 1954, nr 2, s. 319—325.
- Laszew E.K. — Słuda. Moskwa 1948.
- Meister E. — Erläuterungen zur Geologischen Karte v. Preussen, Bl. Gnaderfrei. Berlin 1932.
- North O. S. — Vermiculite „Bull. Bur. Mines” 1956, nr 556, s. 961—966.

North O.S., Chandler H.P. — Properties and occurrences of vermiculite. S. Afric. „Mining and Engng J.” 1954, part. 2, nr 3183, s. 855—856.

Pawłowski S., Bojarski Z. — Badania nad użyciem wermikulitu do izolacji cieplnej. „Biuletyn Informacyjny I. M. H.” 4, 14, 1955.

Srinivasan N.R., Rama Murthy R.K. — Vermiculite and its beneficiation a review. „East Metals rev.” 1955, nr 1, s. 113—117.

Vermiculite — a secondary mineral. „Indian Minerals” 1954, nr 3, s. 213—215.

Vermiculite in Southern Rhodesia. „Rhodesian Mining Rev.” 1955, nr 8, s. 35—37.

Vermiculite mining in South Africa. „S. Afric. Mining and Eng. J.” 1958, nr 3394, s. 335—357.

Weiss A., Mehler A., Hofmann U. — Zur Kenntnis von organophilem Vermikulit „Z. Naturforsch.” 1956, nr 8, s. 431—434.

РЕЗЮМЕ

Автор приводит характеристику минеральных свойств вермикулита, условия его распространения, важнейшие мировые месторождения и многочисленные возможности применения его в промышленности.