

Janusz SUŁKOWSKI, Andrzej GRODZICKI,  
Tadeusz MATZ

#### NOWE URZĄDZENIA DO SELEKTYWNEGO KRUSZENIA SKAŁ

**Streszczenie.** Skonstruowano nowy typ kruszarki, pozwalający na selektywne rozdrabnianie polimineralnych skał. Próby przeprowadzono na melafirze i granicie eplitowym, uzyskując prawie nie uszkodzone ziarna mineralne. Kruszarka ta może być przydatna zarówno w laboratoriach badawczych, jak i w przemyśle.

Jedną z odmian kruszarek uderowych a mianowicie kruszarkę prętową przyjęto nazywać "dezyntegratorem". Znaczna prędkość siły uderowej działająca na kruszone ziarno mineralne powoduje dezyntegrację: w przypadku skał (rud) - ich rozpad na minerały składowe, w przypadku surowca monomineralnego - na kryształy. Siła ta powoduje selektywny rozpad, w wyniku którego minerały składowe pękają zgodnie z płaszczyznami łupliwości lub płaszczyznami wzrostu. Kruszarki tego typu stosowane są przy rozdrabnianiu materiałów kruchych. Ich główną zaletą jest mała ilość drobnych klas ziarnowych, w kruszonym materiale natomiast ich główną wadą - brak możliwości regulowania wymaganego stopnia rozdrabniania materiału.

W Instytucie Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego skonstruowano, a następnie po przeprowadzeniu szeregu pomyślnych prób opatentowano (Patent PRL 89397) urządzenie do selektywnego kruszenia skał przy zachowaniu kontroli procesu. Zasada działania tego urządzenia oparta jest na kruszeniu kęsów skalnych pomiędzy dwoma stożkami o różnych kątach nachylenia pod wpływem działania sił statycznych wywołanych ruchem pionowym przemieszczających się względem siebie powierzchni gniotących. W efekcie zapewnia to uzyskanie często prawie nienaruszonej struktury składników mineralnych rozkruszonej selektywnie skały i możliwie najpełniejsze zachowanie kształtu ziarn występujących w skale macierzystej.

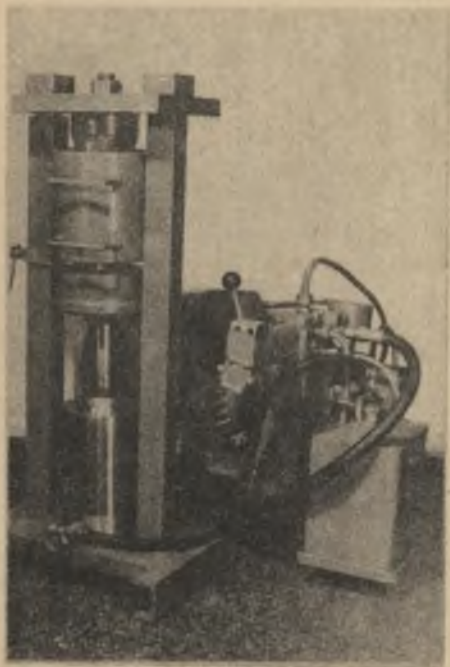
Opisane urządzenie składa się ze stożka przytwierdzonego do ramy oraz z ruchomego tłoczniaka. Tłoczniak ten za pomocą pompy olejowej wykonuje ruchy pionowe. Kąt nachylenia powierzchni roboczych stożka i tłoczniaka jest różny i dostosowany do charakteru i struktury kruszonego materiału. Rozkład sił działających na kopalinę zapobiega jej zgnieceniu, natomiast okrucuch skalny pod wpływem odpowiedniego ukierunkowania tych sił, jest stopniowo odłupywany. Obraz tego urządzenia przedstawił fot. 1.

Próby przeprowadzono na melafirach.

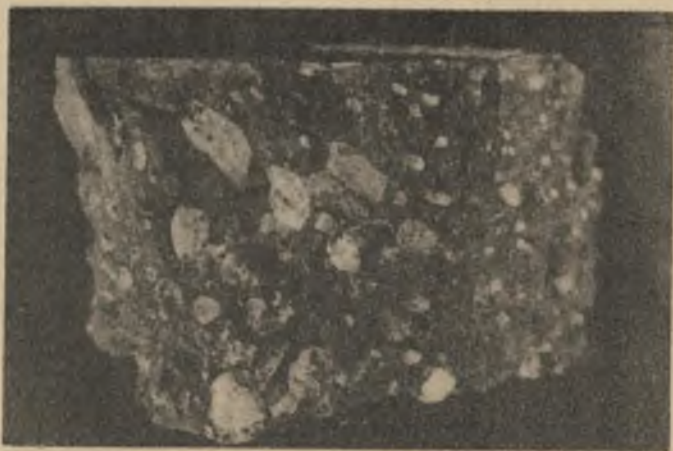
Melafir jest skałą magmową, wytworną, twardą o strukturze migdałowcowej; w masie skalnej, drobnoziarnistej tkwią duże ziarna agatowe (fot. 2). Produktem kruszenia tej skały w dezyntegratorze są nieuszkodzone ziarna agatów (fot. 3).

Obfity materiał badawczy dotyczący pracy dezyntegratora składa się z kilkuset udokumentowanych prób. Próby te zawierają analizy mineralogiczne materiału skruszonego oraz rejestrację parametrów technicznych. Do parametrów tych należą: wielkość wsadu i jego granulacja, wielkość nacisku stożka, długość jego skoku, czas pracy, charakterystyka oleju w pompie ciśnieniowej. Dobór przedstawionych parametrów pozwala na kontrolę procesów kruszenia.

Większość przeprowadzonych prób kruszenia w Instytucie Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego rozpatrywano pod kątem przy-



Fot. 1. Dezyntegrator do skał



Fot. 2. Melafir z Lubiechowej z widocznymi "migdałami" agatowymi. Skała przed selektywnym kruszeniem



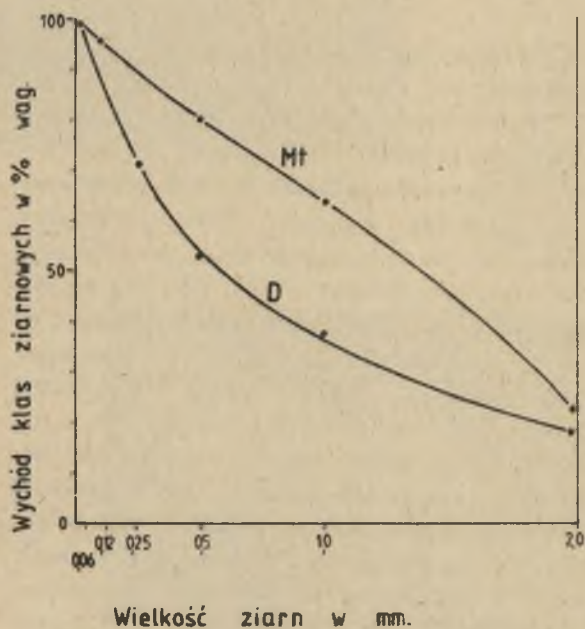
Fot. 3. Migdały egotowe z melafiru z Libiechowej wyseperowane w wyniku selektywnego kruszenia. Widoczne są nieuszkodzone, pierwotne formy ziarn.  
Frakcja 8 mm

datności dla badań petrograficznych skał. Charakterystykę kruszonego materiału skalnego dla potrzeb przeróbki rud wykonało Laboratorium Badań Własności Produktów Wzbogacania ZBiPM "CUPRUM". Wyniki badań przedstawione są tutaj w streszczeniu. Materiałem poddanym dezintegracji był splitywy granit ze Szklarskiej Poręby, który w swym składzie zawiera podwyższone zawartości minerałów rudnych, takich jak: magnetyt, piryt, chalkopiryt, kasyteryt, wolframit i molibdenit. Jest to więc typowe uboga ruda polimetaliczne metali kolorowych. Obok minerałów rudnych główną masę skalną stanowią skalenie, kwarc i łyszczyki traktowane tutaj jako minerały płonne. Badany materiał skalny rozkruszono w dezintegratorze, a dla celów porównawczych również w młynie tarczowym. Wyniki klasyfikacji na sitach obydwóch rozdrobnionych materiałów przedstawiono w tab. 1. Jak widać z tej tablicy, w obydwóch przypadkach materiał ten rozdrobniony został poniżej 2 mm. Wychody wydzielonych klas ziarnowych materiału skruszonego w dezintegratorze zawierają zbliżone masy w granicach 14-20% wag. Wychody klas ziarnowych materiału rozdrobnionego w młynie tarczowym wahają się od 4 do 42% wag., przy czym wychód klas najgrubszych 2-0,5 mm stanowi 64% wag. rozdrabniającej kopaliny. Krzywe ziarnowe obydwóch kruszeń ilustruje rys. 1. Wyniki analizy stopnia rozpadu ziarn w trakcie kruszenia zestawiono w tablicy 2. W analizie tej określono ilościowo wolne ziarna rudne, wolne ziarna minerałów płonnych, zrosty minerałów płonnych oraz zrosty minerałów rudnych z minerałami płonnymi. Wyliczony średni stopień rozpadu materiału litego na

Tablica 1

Wyniki rozdrobnienia w dezyntegratorze i w młynie tarczowym granitu ze Szklarskiej Poręby

Klasy ziarnowe w mm	Dezyntegrator		Młyn tarczowy	
	Udział wagowy G	% wagowy	Udział wagowy G	% wagowy
pow. 2,0	000		000	
2,0 - 1,0	130	18	65	22
1,0 - 0,5	150	20	125	42
0,5 - 0,25	110	15	48	16
0,25 - 0,12	130	18	30	10
0,12 - 0,06	110	15	20	6
pon. 0,06	100	14	12	4
0 g ó ł e m s	730	100	300	100



D	Mt
1	1
2	
3	2
4	
5	3
6	4
	5
	6

Rys. 1. Krzywe uziarnienia oraz graficzne zestawienie zawartości klas ziarnowych granitu ze Szklarskiej Poręby rozkruszonego w dezyntegratorze (D) i w młynie tarczowym (Mt)

ziarna wykazuje prawie trójkrotną przewagę sumy zrostów w młewie nad ilością zrostów wynikłych z procesu dezyntegracji.

Tablice 2

Stożek rozpadu granitu ze Szklarskiej Poręby pod wpływem rozdrobnienia w dezyntegratorze i w młynie tarczowym (w % ziarnowych)

Klasy ziarnowe w mm	D E Z Y N T E G R A T O R			
	Wolne ziarna minerałów		Zrosty minerałów	
	rudnych	plonnych	rudnych z plonnymi	plonnych z z plonnymi
0 - 1,0	dezyntegracja nie występuje			
1,0 - 0,5	5,9	65,8	14,2	14,1
0,5 - 0,25	12,0	78,4	9,6	-
0,25 - 0,12	8,5	87,9	3,6	-
0,12 - 0,06	10,7	85,6	3,7	-
pon. 0,06	1,0	99,0	-	-
Średni stopień rozpadu	7,6	83,4	6,2	2,8
M Ł Y N T A R C Z O W Y				
2,0 - 1,0	0,8	16,4	33,6	49,2
1,0 - 0,5	3,3	53,9	12,2	30,6
0,5 - 0,25	8,2	72,1	6,7	13,0
0,25 - 0,12	17,1	76,2	6,7	-
0,12 - 0,06	15,0	85,0	-	-
pon. 0,06	5,0	95,0	-	-
Średni stopień rozpadu	8,2	66,5	9,9	15,4

Jak wynika z przeprowadzonej mikroskopowej analizy mineralogicznej, urządzenie to osiąga dużą selektywność rozdrobnienia, co jest bardzo istotne dla procesów wzbogacenia rud. Kwalifikuje się ono do wykorzystania w podstawowych pracach badawczych w dziedzinie mechanicznej przeróbki kopalin, gdyż wielkość omawianego urządzenia i wiązana z tym jego mała wydajność nie pozwala mu w chwili obecnej konkurować z kruszarkami, czy też z młynami stosowanymi powszechnie przez przemysł przy wzbogacaniu rud.

Obecnie w COBPGO Poltegor we Wrocławiu - przy ścisłej współpracy zespołu badawczego Uniwersytetu Wrocławskiego - prowadzone są prace zmierzające do stworzenia przemysłowego urządzenia, w którym w sposób ciągły zachodziłby proces selektywnego rozdrobnienia skał zwięzłych. Celem pracy takiego urządzenia będzie obok powiększenia skali wydajności, również uzyskanie ziarn mineralnych o nienaruszonych formach morfologicznych takich,

które występują w kruszonym surowcu. Pomyślny wynik tych prac może pozwolić na wprowadzenie nowych operacji technologicznych w przeróbce rud zgodnie z zasadą Czeczotta: - "nie kruszyć nic zbytecznego".

Opracowano już urządzenie o roboczej nazwie "selektor", które jest przedmiotem zgłoszenia patentowego i podlega ochronie (P-195585). Zbudowanie maszyny o wydajności przemysłowej rzędu kilku do kilkunastu ton na godzinę zdezyntegrowanego produktu uzależnione było od następujących elementów: skonstruowania i sprawdzenia głowicy roboczej o zwiększonej wydajności oraz rozwiązania konstrukcyjnego i odpowiedniego doboru napędu ruchomych elementów głowicy roboczej. Opracowano koncepcyjnie i konstrukcyjnie trzy typy głowic: klinową płaską, klinową krzywoliniową (falistą) i głowicę ze stożkiem odwróconym (przeciwstożkową). Proces selektywnego kruszenia zachodzi przy zastosowaniu wszystkich typów głowic, lecz jego zakres uzależniony jest od struktury, tekstury, spoiwa, składu mineralnego skał oraz od zakresu potrzeb przyszłego użytkownika. Wymienione czynniki wpływają na złożoność procesu dezintegracji. W efekcie uzyskuje się zmienne parametry, których przydatność może być określona tylko dla konkretnych materiałów i rozwiązywania ściśle wyznaczonych celów, które wyłonią się w trakcie przeróbki surowców.

#### НОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОГО ДРОБЛЕНИЯ ПОРОДЫ

##### Резюме

Сконструирован новый тип дробилки, позволяющий осуществлять селективное дробление полиминеральных пород. В результате испытаний на мелафйре и аплитовом ваните были получены почти неповрежденные минеральные зерна. Эта дробилка может быть пригодна как в испытательных лабораториях, так и в промышленности.

#### LE NOUVEL APPAREIL À CONCASSAGE SÉLECTIF DES ROCHES

##### Résumé

On a construit un nouveau modèle de concasseur permettant le broyage sélectif des roches plýminérales. On s'est effectué également des expériences sur mélaфyre et aplítgranite en récupérant des cristallites presque non endommagées.

Ce concasseur peut être utile également dans des laboratoires de recherches scientifiques ainsi que dans l'industrie.