
PRACE

**Instytutu Szkła, Ceramiki
Materiałów Ogniotrwałych
i Budowlanych**

Scientific Works
of Institute of Glass, Ceramics
Refractory and Construction Materials

Nr 5

ISSN 1899-3230

Rok III

Warszawa–Opole 2010

ZDZISŁAW NAZIEMIEC*

Efektywność płukania kruszyw w różnych urządzeniach płuczących

W przeróbce surowców skalnych często stosowane są procesy płukania, które umożliwiają usunięcie zanieczyszczeń gliniastych. Spośród wielu urządzeń płuczących, dużą skutecznością charakteryzują się płuczki mieczowe. W artykule przedstawiono wyniki przemysłowych prób płukania zanieczyszczonych materiałów skalnych w różnych urządzeniach płuczących. Podano również schematy rozwiązań technologicznych zakładów płukania kruszyw.

1. Wprowadzenie

Kruszywa naturalne zwirowe oraz skały zwięzłe przerabiane na kruszywa naturalne łamane zawierają często znaczne ilości zanieczyszczeń gliniasto-ilastych. Również wapień i dolomity przeznaczone do celów przemysłowych (np. jako topnik w hutnictwie) mogą być zanieczyszczone minerałami ilastymi. Zanieczyszczenia te muszą być usunięte w procesie produkcji, gdyż mają niekorzystny wpływ na jakość produktów, a ponadto utrudniają procesy kruszenia i przesiewania. Najczęściej zanieczyszczenia ilaste usuwane są z przerabianych skał w procesach płukania. Problem stanowią również zanieczyszczenia występujące w kruszywach z recyklingu, które czasami mogą wymagać bardziej rozbudowanych metod oczyszczania.

Płukanie kruszyw może być niekiedy wykonywane jedynie na przesiewaczach zaopatrzonych w instalacje natryskowe. Zanieczyszczenia występujące w postaci grudek gliny są jednak trudne do usunięcia w procesie płukania na przesiewaczach. Dlatego stosuje się różne urządzenia płuczące, które umożliwiają skuteczną likwidację niepożądanych grudek gliny i innych zanieczyszczeń. W praktyce najszersze zastosowanie znalazły płuczki, w których oddzielanie zanieczyszczeń oparte jest na intensywnym mieszaniu surowca w środowisku wodnym. Są to płuczki mieczowe i bębnowe. Efektywność procesu płukania zależy od wielu czynników związanych z rodzajem płukanego surowca, jak i rodzajem zastosowanego urządzenia.

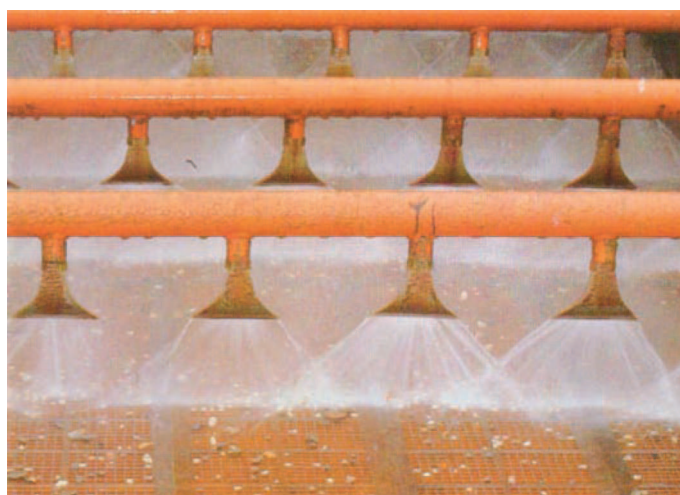
* Dr inż., Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie, Oddział Szkła i Materiałów Budowlanych w Krakowie.

2. Urządzenia do płukania kruszyw

Ze względu na budowę oraz charakter pracy, urządzenia do płukania można podzielić na:

- przesiewacze płuczące,
- płuczki bębnowe wibracyjne,
- płuczki bębnowe obrotowe,
- płuczki mieczowe (korytowe),
- płuczki ciśnieniowe.

Płukanie kruszyw na przesiewaczu odbywa się dzięki natryskowi wody z dysz zainstalowanych nad pokładem sitowym (ryc. 1). Możliwe jest też wykorzystanie pokładu sitowego wykonującego ruch drgający pod powierzchnią lustra wody. Przesiewacze płuczące są stosowane do usuwania zanieczyszczeń łatwo rozmywanych i występujących w niewielkich ilościach. Na skuteczność eliminowania zanieczyszczeń w procesie przesiewania na mokro wpływa wiele czynników, takich jak: ilość wody, ciśnienie wody, czas płukania, czas rozmakania zanieczyszczeń, właściwości fizykochemiczne zanieczyszczeń, uziarnienie płukanego materiału itp. Czynniki te oddziałują również na wydajność przesiewania. Wydajność przesiewania na mokro dla drobnych klas ziarnowych (D_p w przedziale 1,5–10 mm) jest ponaddwukrotnie większa od wydajności przesiewania na sucho. W przypadku znacznych ilości zanieczyszczeń gliniastych wymagane jest zastosowanie urządzeń płuczających, np. płuczek mieczowych, wibracyjnych, ciśnieniowych itp.

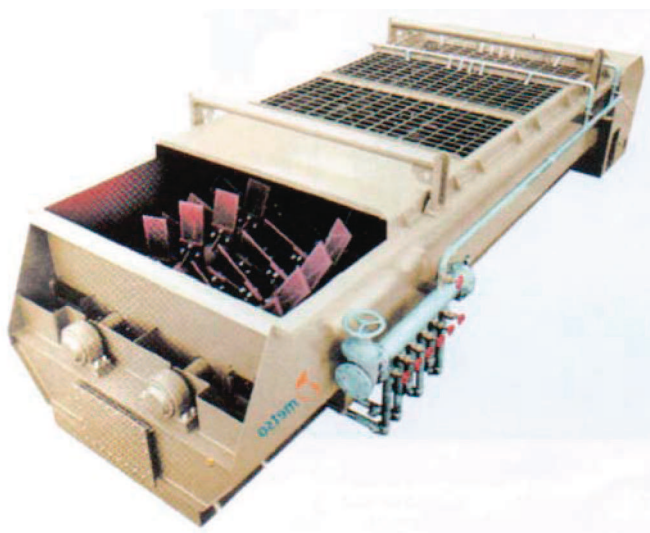


Ryc. 1. Natrysk wody nad pokładem sitowym przesiewacza wibracyjnego

Zasada działania płuczek wibracyjnych polega na wysokoczęstotliwościowym oddziaływaniu roboczych elementów płuczki na ziarna płukanego urobku. W wyniku tego, przy jednoczesnym wpływie wody, zachodzi proces ciągłej recyrkulacji urobku i wzajemnego ścierania się ziaren, co doprowadza do oddzielenia zanieczyszczeń od ziaren nadawy. Ze względu na możliwość grudkowania się zanieczyszczeń ilastych w płuczkach wibracyjnych oraz szybkie zużywanie się bębnow płuczających, nie znalazły one szerszego zastosowania.

Płuczki bębnowe produkcji krajowej (POK 80, POK 100) oraz typu Esch produkcji niemieckiej były stosowane w krajowym przemyśle przeróbki surowców skalnych. W płuczkach tych płukane kruszywo jest przesuwane w obracającym się bębnie i przemywane przez wodę przepływającą w kierunku przeciwnym do ruchu materiału. Bęben płuczki wyposażony jest w łopatki służące do lepszego mieszania materiału. Do płuczki kierowany jest materiał o uziarnieniu 0–200 mm. Zawartość grubych kawałków skalnych poprawia skuteczność płukania.

Na szczególną uwagę zasługują płuczki mieczowe. Mogą być one wykonane jako jedno- lub dwuwałowe (ryc. 2).



Ź r ó d ł o: Prospekt Metso.

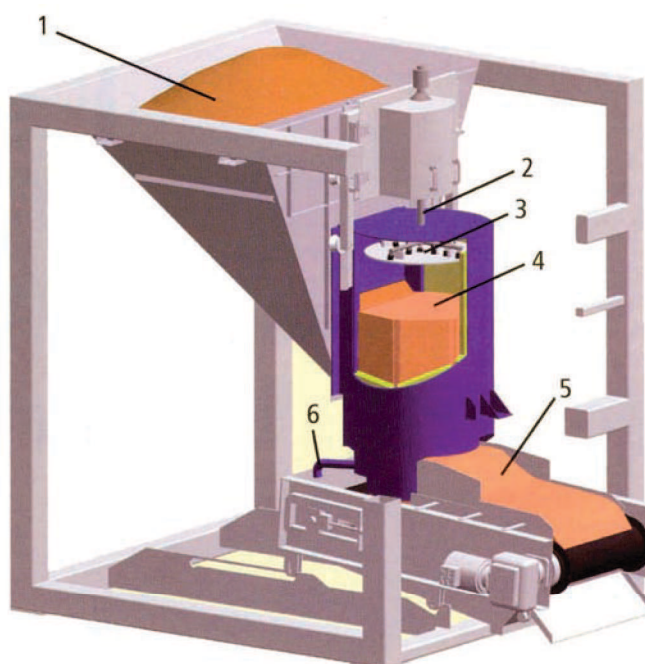
Ryc. 2. Płuczka mieczowa dwuwałowa

Płuczki mieczowe charakteryzują się zwartą i stabilną konstrukcją, mniejszym ciężarem w stosunku do płuczek bębnowych, ochroną koryta przed ścieraniem, łatwą eksploatacją, a co najważniejsze dobrymi wynikami w rozmywaniu zanieczyszczeń. Częściej spotykane są płuczki dwuwałowe. Od góry płuczka zabezpieczona jest kratą w celu uniemożliwienia przedostania się ziaren ponadwymiarowych, co mogłoby spowodować zaklinowanie mieczy. W zależności od

granulacji płukanego materiału płuczki mogą być wykonane z mieczami dla granulacji 0–80 mm lub jako kombinacja mieczy i części ślimaków dla frakcji drobnych 0–10 (20) mm. Miecze na wałach umieszczone być mogą wzdłuż linii śrubowej, co umożliwi równomierne obciążenie wałów. W czasie obrotów mieczy następuje ocieranie ziaren zanieczyszczeń oraz transport materiału wzdłuż koryta płuczki. Przed końcem koryta znajduje się otwór, przez który następuje wysyp wypłukanego kruszywa. Wzdłuż koryta płuczki zainstalowane są natryski wodne, splukujące rozmytą glinę z powierzchni ziaren. Woda doprowadzona jest także od strony dna koryta płuczki. Koryto płuczki nachylone jest pod kątem 8–10 stopni, a poziom wody jest w nim tak ustalony, aby nie przelewała się ona przez otwór wylotu kruszywa. Woda wraz z zanieczyszczeniami opuszcza płuczkę przez regulowane otwory przelewowe w tylnej ścianie koryta. Napęd jest niezależny dla każdego wału i może być podłączony bezpośrednio przez motoreduktory. W przypadku gdy miecze na wałach rozmieszczone są po spirali, synchronizacja obrotów obydwu wałów odbywa się przez wolnobieżną przekładnię zębatą. W zależności od wydajności (40–200 t/h) płuczki mieczowe posiadają napędy o mocy 15–60 kW, przy szerokości koryta 1,6–2,5 m i długości 4–7 m. Ilość wody zużywanej do rozmywania zanieczyszczeń w płuczkach mieczowych wiąże się ze stopniem zanieczyszczenia materiału i wynosi średnio 0,5–1,0 m³/Mg. W płuczce mieczowej można także prowadzić proces płukania przy bardzo niewielkiej ilości wody, rzędu 0,3 m³/Mg. Następuje wówczas intensywne ocieranie zanieczyszczeń, a usuwane są one dopiero na przesiewaczu z natryskiem wodnym.

Nowością wśród urządzeń oczyszczających stały się płuczki mieczowe, tzw. turbowasher, oraz płuczki ciśnieniowe (wysokociśnieniowe). Przykładowo na rycinie 3 została zaprezentowana płuczka Haver-Hydro-Clean, która ma szczególne zastosowanie do oczyszczania piasku, żwiru i materiałów z recyklingu o uziarnieniu 0–80 mm.

Wydajność płuczki wysokociśnieniowej wynosi od 50 do 400 Mg/h. Natężenie przepływu nadawy jest regulowane ze względu na jej stopień zanieczyszczenia. Potrzebne jest tylko 0,12–0,2 m³ wody/1 t nadawy. Woda krąży w obiegu zamkniętym, a zapotrzebowanie energii wynosi 0,3–0,5 kWh/Mg. Centralnym elementem rozwiązania jest pionowy cylinder (łaźnia), do którego z boku wprowadzana jest nadawa (1). W łaźni (4) znajduje się wirnik (2) z dyszami (3), który, wykonując ruch obrotowy, rozdziela i rozmywa zanieczyszczony materiał strumieniami wody pod wysokim ciśnieniem (4–20 MPa).



Źródło: Materiały promocyjne Haver & Boecker.

Ryc. 3. Płuczka wysokociśnieniowa Haver-Hydro-Clean

Proces sterowany jest komputerem. Regulowana odległość wirnika z dyszami od łoża materiału umożliwia optymalne dostrajanie się do nadawy, regulując równocześnie strumień siły tnącej. Sonda dostarcza ścisłych danych dla sterownika płuczki, a regulowany przepływ materiału przez urządzenie gwarantuje stałą jakość produktu o wysokiej czystości. Wydostający się na dole materiał (5) powinien być jeszcze skierowany na przesiewacz w celu końcowego oczyszczenia i odwodnienia. Powstający szlam przepływa przez zamontowane na dnie płuczki sito wykonane z tworzywa sztucznego i wydostaje się na zewnątrz (6). Urządzenie tego typu w stosunku do tradycyjnych płuczek odznacza się mniejszym zużyciem wody i energii, zmniejszoną ilością współpracujących maszyn (przesiewaczy i przenośników), mniejszą zabudową, elastycznością we współpracy z innymi maszynami i dostrajaniem się do zmian stopnia zanieczyszczeń nadawy.

3. Wyniki przemysłowych prób płukania surowców skalnych

Proces płukania materiałów skalnych można prowadzić w różnych urządzeniach. Wykonano wiele prób płukania kamienia odpadowego zarówno w skali

laboratoryjnej, jak i przemysłowej. Jako urządzenia płuczące stosowano płuczki mieczowe, płuczki bębnowe, przesiewacze bębnowe z natryskiem wodnym, przesiewacze wibracyjne z natryskiem wodnym oraz pompy wirowe do cieczy zanieczyszczonych. Poniżej przedstawiono wyniki prób płukania różnych surowców skalnych w płuczkach mieczowych, na przesiewaczu obrotowym i przesiewaczu wibracyjnym z natryskami wodnymi. Nie prowadzono analizy wyników prób płukania w płuczkach bębnowych, które stosowane są w coraz mniejszym zakresie, m.in. z powodu dużej ilości wody potrzebnej w tym procesie.

Wpływ procesu płukania i przesiewania na jakość kruszyw mineralnych prześledzono na przykładzie przesiewania i płukania odpadów ze zwałowisk odpadów przerobczych. W tabelach 1 i 2 przedstawiono wyniki przesiewania na sucho i na mokro odpadowego kamienia wapiennego dewońskiego.

T a b e l a 1

Skład ziarnowy i skład chemiczny frakcji kamienia wapiennego dewońskiego wydzielonego z odpadów przerobczych (przesiew na sucho)

Frakcja kamienia [mm]	Udział [%]	Zawartość [%]		
		CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃
> 20	10	98,5	1,3	0,5
10–20	33	96,2	3,2	0,8
5–10	24	90,6	7,6	1,7
2–5	16	85,3	11,4	2,6
1–2	11	87,4	9,7	2,6
0,5–1	4	87,4	10,0	2,3
0–0,5	2	89,3	8,4	2,2

Ź r ó d ł o: Opracowanie własne.

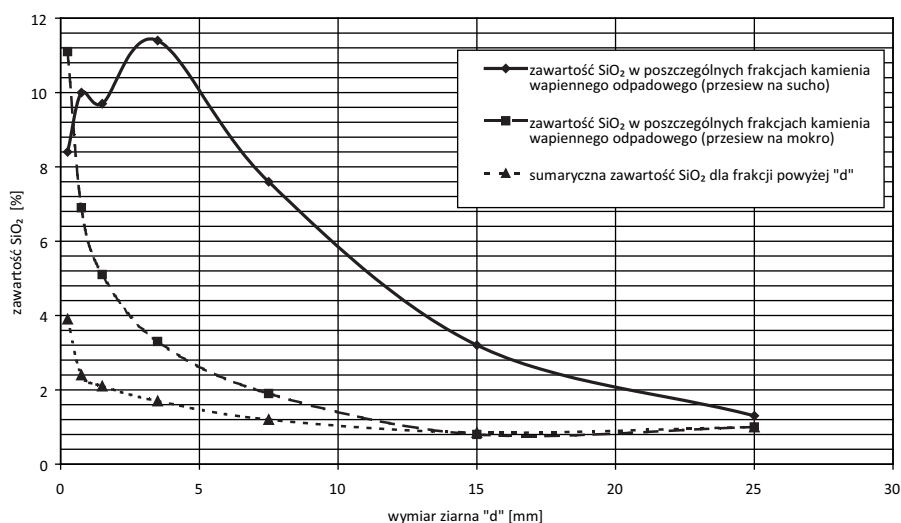
T a b e l a 2

Skład ziarnowy i skład chemiczny frakcji kamienia wapiennego dewońskiego wydzielonego z odpadów przerobczych (przesiew na mokro)

Frakcja kamienia [mm]	Udział [%]	Zawartość [%]		
		CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃
> 20	9	98,4	1,0	0,5
10–20	26	96,9	0,8	0,5
5–10	18	95,9	1,9	0,5
2–5	15	93,6	3,3	1,3
1–2	9	91,3	5,1	1,4
0,5–1	5	89,9	6,9	1,9
0–0,5	18	78,6	11,1	7,3

Ź r ó d ł o: Jak w tab. 1.

Zawartość SiO₂, związaną z zawartością zanieczyszczeń w poszczególnych frakcjach, przedstawiono na rycinie 4.



Źródło: Opracowanie własne.

Ryc. 4. Zawartość SiO₂ w poszczególnych frakcjach kamienia odpadowego przed i po płukaniu

Na rycinie 4 widoczny jest zdecydowany wzrost zawartości pyłów (głównie pochodzących z zanieczyszczeń gliniastych) we frakcjach drobnych, szczególnie poniżej 10 mm. Przykład ten w pewnym sensie obrazuje nam również jakie sito możemy zastosować do przesiewania na sucho, aby uzyskać klasy ziarnowe o odpowiedniej czystości. Równocześnie wyniki zamieszczone w tabelach świadczą o tym, że aby uzyskać czyste kruszywa, konieczne jest zastosowanie procesów płukania o dużej skuteczności usuwania zanieczyszczeń gliniastych. Ponadto warto zauważyć, że stosując przesiewanie materiału zawierającego zanieczyszczenia gliniaste o wilgotności kilku procent, po krótkim czasie operacja przesiewania stawała się niemożliwa, ze względu na zarastanie pokładów sitowych materiałem gliniastym.

W przeróbce surowców skalnych znany jest fakt, że koncentracja zanieczyszczeń gliniastych występuje w najdrobniejszych klasach ziarnowych. Zależnie od zróżnicowania zawartości zanieczyszczeń w poszczególnych klasach, możemy ustalić dolne oczko sita, na którym będzie się prowadzić przesiewanie na sucho bądź też na mokro. Najprostszym rozwiązaniem jest zastosowanie płukania zanieczyszczonych kruszyw na przesiewaczach wibracyjnych wyposażonych w instalacje natrysku wodnego. Rozwiązanie to nadaje się do zastosowania jedynie w przypadku płukania surowca zawierającego niewielką ilość łatwo wymywanych zanieczyszczeń.

Przeprowadzone próby wykazały, że przy samym płukaniu kruszywa na pokładzie sitowym przesiewacza wibracyjnego, można oddzielić z nadawy ok. 70%

występujących w niej zanieczyszczeń gliniastych. Przy nadawie, w której występują zanieczyszczenia w ilości rzędu 10–15% samo zastosowanie przesiewacza wibracyjnego z natryskiem wodnym może być wystarczająco efektywne. Przy zawartości zanieczyszczeń gliniastych powyżej 20% konieczne jest wykorzystanie specjalistycznych urządzeń płuczających, np. płuczek mieczowych. Przykład efektywności płukania kamienia odpadowego na przesiewaczu z natryskiem wodnym przedstawiono w tabeli 3.

T a b e l a 3

Skład chemiczny klas ziarnowych wapienia wydzielonych z odpadów przerobcznych w procesie płukania na przesiewaczu wibracyjnym

Lp.	Klasa ziarnowa kamienia [mm]	Zawartość [%]					wilgotność
		wychód klasy	CaCO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	
1	0–40	100,0	94,9	3,2	1,23	0,34	4,50
2	8–40	34,6	96,5	1,5	0,94	0,13	0,18
3	2–8	28,9	97,3	1,3	0,82	0,26	0,36
4	0,1–2	23,0	90,3	6,7	1,81	0,70	14,5
5	0–0,1	13,5	91,5	5,9	1,87	0,57	53,2

Ź r ó d ł o: Jak w tab. 1.

Skład chemiczny poszczególnych klas ziarnowych jest istotny ze względu na możliwość wykorzystania surowca wydzielonego z odpadów do innych celów niż produkcja kruszyw. W szczególności istnieje możliwość zastosowania odzyskanego kamienia jako topnika w hutnictwie.

Najkorzystniejsze efekty w warunkach przemysłowych uzyskiwano przy zastosowaniu płuczek mieczowych, zarówno ze względu na stopień wypłukania zanieczyszczeń, jak i stosunkowo niewielką ilość wody użytą w procesie płukania. Aby zilustrować efekty płukania w płuczce mieczowej, w tabeli 4 podano wyniki próby płukania odpadowego kamienia wapiennego triasowego na instalacji przemysłowej z płuczką mieczową. Płuczka mieczowa posiadała następującą charakterystykę:

- wymiary koryta płuczki 6 x 2,5 m,
- 2 wały łopatkowe,
- 50 mieczy (łopat) na każdym wale,
- obroty wałów 50 1/min,
- napęd 2 x 15 kW,
- ilość nadawy 30 t/h,
- ilość wody do płukania 30 m³/h,
- czas przejścia materiału przez płuczkę ok. 2,5 min.

Tabela 4

Kamień odpadowy triasowy po płukaniu w płuczce mieczowej i rozsianiu na przesiewaczach wibracyjnych z natryskami wodnymi

Parametr	Zawartość dla frakcji [%]								
	nadawa [mm]	produkty po płukaniu [mm]							
	0-31	0-0,075	0,075-0,7	0,7-2	2-4	4-8	8-16	16-31	średnio dla frakcji > 0,7
CaCO ₃	78,4	-	-	89,4	91,3	92,6	94,4	97,8	94,8
MgCO ₃	1,2	-	-	0,9	0,8	0,9	0,9	0,6	0,8
SiO ₂ + NR	17,7	-	-	7,8	6,6	5,0	3,6	1,4	3,6
Fe ₂ O ₃	1,6	-	-	1,3	1,1	0,8	0,5	0,2	0,6
Al ₂ O ₃	0,7	-	-	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2
Wilgotność	6,0	-	-	11,0	9,2	8,5	5,5	5,3	7,0
Części ilaste 0-0,075	31,0	-	-	2,2	2,5	4,0	2,6	2,6	2,7
Udział frakcji [%]	100,0	31,0	6,0	7,0	5,0	8,0	17,0	26,0	-

Źródło: Jak w tab. 1.

Wyniki analiz chemicznych produktów płukania wskazują na wysoką skuteczność procesu płukania kamienia odpadowego w płuczce mieczowej.

W tabeli 5 zestawiono wyniki płukania kamienia odpadowego triasowego w przesiewaczu bębnowym z natryskiem wodnym. Przesiewacz bębnowy posiadał następującą charakterystykę:

- średnica bębna 0,6 m,
- długość bębna sitowego 3,4 m,
- wymiar oczek sita obrotowego 8 mm,
- obroty bębna 22 1/min,
- czas przejścia materiału przez sito 50 sek.

Tabela 5

Wyniki płukania kamienia wapiennego triasowego w przesiewaczu bębnowym z natryskiem wodnym

Rodzaj materiału [mm]	Zawartość [%]			
	CaCO ₃	MgCO ₃	pyły mineralne 0-0,075 [mm]	udział frakcji wypłukanych
Nadawa do płukania 0-25	78,3	4,2	23,8	-
Kamień płukany 1-8	89,7	5,9	6,7	50
Kamień płukany 8-25	88,7	5,5	3,3	50
Nadawa do płukania 0-50	-	-	19,2	-
Kamień płukany 1-8	84,3	7,1	6,5	25
Kamień płukany 8-50	92,7	2,1	2,8	75

Źródło: Jak w tab. 1.

Poniżej przedstawiono wyniki płukania kamienia odpadowego dewońskiego na instalacji z płuczką mieczową. Charakterystykę jakościową produktów płukanych zobrazowano w tabeli 6.

Nadawa do płukania – 60 t/h.

Produkty: grysy jednofrakcyjne i mieszanka drobna 0–2 mm.

Części stałe odprowadzane ze szlamem do osadnika – 19%.

Woda doprowadzana do płuczki mieczowej – 12 m³/h.

Woda doprowadzana do instalacji natryskowej przesiewacza PWE 15.43 – 50 m³/h.

Woda doprowadzana do instalacji natryskowej przesiewacza PWE 15.42 – 40 m³/h.

Ciśnienie wody w instalacji natryskowej – 0,2 MPa.

Dysze natryskowe PD – 5 mm.

T a b e l a 6

Jakość produktów otrzymywanych po płukaniu kamienia wapiennego dewońskiego na instalacji z płuczką mieczową

Lp.	Badana cecha kruszywa	Zawartość dla poszczególnych frakcji kruszywa płukanego [%]					
		0,1/2	2/4	4/8	8/16	16/31	średnia
1	Udział frakcji	19	13	19	22	8	–
2	Zawartość pyłów mineralnych	3,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,9
3	Zawartość zanieczyszczeń obcych	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	Wskaźnik Los Angeles	–	–	32	29	–	–
5	Zawartość ziaren nieforemnych	–	–	25	29	–	–

Ź r ó d ł o: Jak w tab. 1.

Ocenę skuteczności procesu płukania można przeprowadzić na podstawie uzyskanych wyników analiz składu chemicznego nadawy i produktów lub też dokonując jedynie oceny zawartości zanieczyszczeń pylastych w nadawie i produktach. W tabeli 7 zestawiono dane dotyczące skuteczności płukania surowców skalnych w przedstawionych wcześniej urządzeniach płuczających. Podana wartość liczbowa jest ilorazem zawartości pyłów usuniętych z nadawy w wyniku płukania w stosunku do pierwotnej zawartości pyłów w nadawie.

T a b e l a 7

Skuteczność usuwania zanieczyszczeń pylastych z surowców skalnych płukanych w różnych urządzeniach

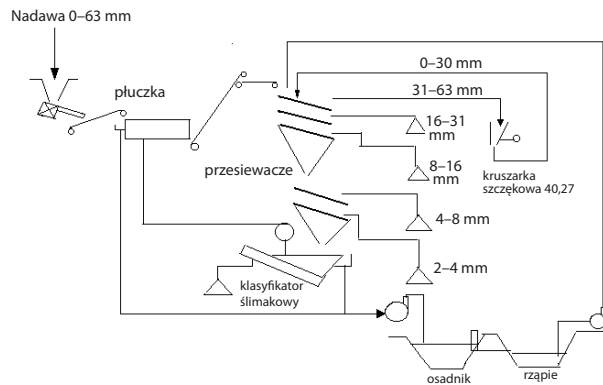
Lp.	Rodzaj urządzenia płuczącego	Skuteczność płukania dla poszczególnych surowców		
		kamień wapienny triasowy I	kamień wapienny triasowy II	kamień wapienny dewoński
1	Przesiewacz wibracyjny z natryskiem wodnym	75	–	82
2	Przesiewacz bębnowy z natryskiem wodnym – nadawa 0/25 – nadawa 0/50	–	79 81	–
3	Płuczka mieczowa	91	–	93

Ź r ó d ł o: Jak w tab. 1.

Przedstawiona w tabeli 7 ocena skuteczności płukania surowców skalnych w różnych urządzeniach płuczących dotyczy wyników prób płukania przeprowadzonych w warunkach przemysłowych. Trudno jest dokonać jednoznacznej oceny z uwagi na fakt, że do płukania kierowane były surowce o różnej zawartości zanieczyszczeń gliniastych. Najbardziej zanieczyszczone były wapienie triasowe. Niemniej jednak przedstawione wyniki wskazują na dużą skuteczność usuwania zanieczyszczeń w instalacjach płuczących wyposażonych w płuczki mieczowe.

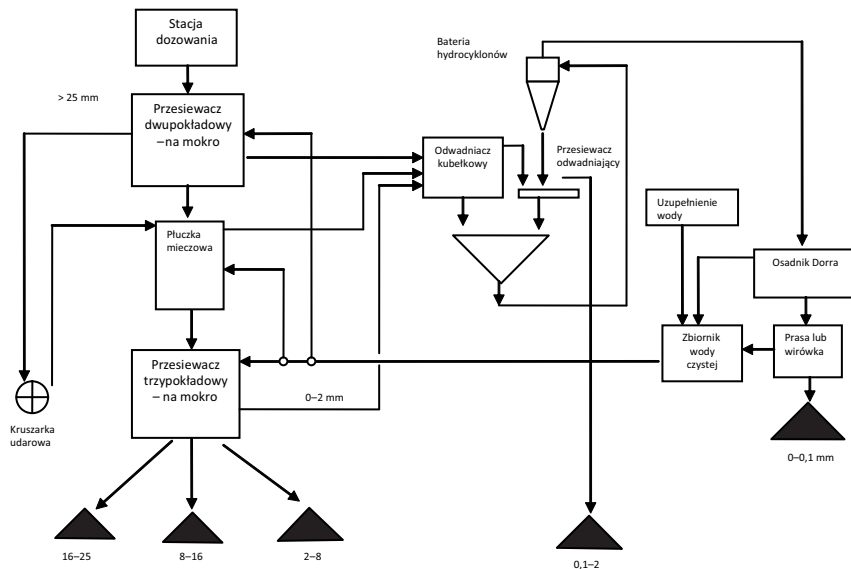
4. Rozwiązania technologiczne procesu płukania kruszyw

Zależnie od rodzaju płukanego surowca i występujących w nim zanieczyszczeń oraz wymagań stawianym gotowym produktom, rozwiązania technologiczne procesów płukania surowców skalnych mogą być bardzo zróżnicowane. Niekiedy w celu uzyskania wypłukanego kruszywa wystarczy zastosować przesiewacz wibracyjny z natryskiem wody. Częściej jednak istnieje potrzeba zastosowania urządzenia płuczającego o wyższej skuteczności. Wyniki przeprowadzonych prób płukania wykazały, że najefektywniejszym urządzeniem płuczącym jest płuczka mieczowa. Na rycinach 5 i 6 przedstawiono możliwe rozwiązania technologiczne płukania zanieczyszczonych kruszyw. W zakładach eksploatujących kruszywa żwirowe spod lustra wody celowe mogą być rozwiązania, w których do płuczki mieczowej kierowana jest określona frakcja kruszywa wydzielona wcześniej na przesiewaczu wibracyjnym. Wówczas możliwe jest zastosowanie kilku płuczek o mniejszej wydajności. W zakładach produkujących kruszywa łamane ze skał zanieczyszczonych zgromadzonych na zwałowiskach, korzystniejsze może być usytuowanie płuczki przed przesiewaczem, na którym wydzielane będą poszczególne frakcje kruszyw.



Ź r ó d ł o: Jak w ryc. 4.

Ryc. 5. Schemat technologiczny płukania kruszyw łamanych



Ź r ó d ł o: Jak w ryc. 4.

Ryc. 6. Schemat zakładu płukania kamienia odpadowego z rozbudowanym węzłem klarowania i zawrotu wody

Na technologię płukania wpływają warunki występujące w danym zakładzie i zakładany program produkcji. W przypadku firm, w których nie ma trudności z zaopatrzeniem instalacji płukania w wodę, można z dużą dowolnością ustalać program produkcji. Zagadnienie wielkości produkcji staje się trudniejsze wówczas, kiedy ilość wody jaką możemy doprowadzić do płukania jest ograniczona. W takiej sytuacji w procesie płukania należy zastosować rozwiązania umożli-

wiające przyspieszone klarowanie wody technologicznej i jej zawrót do procesu, zamykając w ten sposób obieg wodny (ryc. 6).

5. Podsumowanie

Płukanie materiału skalnego stosowane jest w procesach produkcji kruszyw naturalnych (żwirowych i łamanych), jak i przygotowania surowca do dalszej przeróbki (np. kamienia wapiennego dla hutnictwa). Szczególnie dotyczy to kruszyw odzyskiwanych ze zwałowisk odpadów przeróbczych. Zanieczyszczenia te muszą być usunięte w procesie produkcji, gdyż mają niekorzystny wpływ na jakość kruszywa.

Zadaniem procesów płukania jest odprowadzenie zanieczyszczeń gliniasto-ila-stych z urobku skalnego. W procesach płukania wykorzystywane są różne urządzenia zależnie od ilości i jakości zanieczyszczeń, jak i wymagań stawianych płukanym produktem. Najczęściej stosowane urządzenia to płuczki mieczowe, które współpracują z przesiewaczami wyposażonymi w instalacje natryskowe. Oprócz nich, w ostatnich latach zaczęto stosować ulepszone rozwiązania płuczek mieczowych (tzw. turbowasher) oraz płuczki ciśnieniowe. Płuczki mieczowe charakteryzują się dużą skutecznością płukania i zaleca się stosować je przy płukaniu nadawy zawierającej znaczne ilości zanieczyszczeń gliniastych. W przypadku niewielkiej zawartości zanieczyszczeń w nadawie proces płukania można prowadzić na przesiewaczach obrotowych lub wibracyjnych, charakteryzujących się jednak mniejszą skutecznością płukania niż płuczki mieczowe.

Oprócz płuczek i przesiewaczy wyposażonych w instalacje natryskowe, w procesach płukania znajduje zastosowanie szereg urządzeń odwadniających, jak odwadniacze ślimakowe i kołowe, hydrocyklony, odmulniki promieniowe, prasy filtracyjne i wirówki. W budowie urządzeń płuczających dąży się do poprawy skuteczności procesu, a zarazem do ograniczenia ilości zużywanej wody.

Ważnym zagadnieniem w procesie płukania jest zamknięcie obiegu wodno-szlamowego i recyrkulacja wody technologicznej. Zanieczyszczenia odprowadzane z procesu płukania gromadzone są zwykle w osadnikach ziemnych. Korzystnym rozwiązaniem jest umiejscowienie osadnika w wyrobisku poeksploatacyjnym. W przypadku braku wystarczającej ilości wody do płukania zachodzi konieczność jej szybkiej recyrkulacji. Zadanie to może być zrealizowane dzięki zastosowaniu procesów przyspieszonej sedymentacji w odmulnikach promieniowych i procesów filtracji w prasach lub odwodnienia w wirówkach. Zastosowanie osadników promieniowych i urządzeń odwadniających powoduje jednak znaczny wzrost nakładów finansowych na budowę zakładu płukania.

Literatura

- [1] Battaglia A., *Odwadnianie produktów wzbogacania i obiegi wodne płuczek*, Wydawnictwo Górniczo-Hutnicze, Katowice 1963.
- [2] Naziemiec Z., Gawenda T., *Produkcja kruszyw budowlanych z odpadów przerobczyczych przemysłu wapienniczego*, „Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej” 2005 nr 109 Ser. „Konferencje” nr 41.
- [3] Kobiąłka R., Naziemiec Z., *Płukanie surowców skalnych. Rozwiązania technologiczne oraz ocena ich funkcjonalności*, „Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej” 2000, nr 91 Ser. „Konferencje” 28: *Nauka – technika – środowisko. VII Krajowy Zjazd Górnictwa Odkrywkowego*, red. nauk. W. Głapa.
- [4] Naziemiec Z., Gawenda T., *Płukanie kruszyw*, „Surowce i Maszyny Budowlane. Branżowy Magazyn Przemysłowy” 2007, nr 5.
- [5] Naziemiec Z., *Urządzenia odwadniające w kopalniach surowców mineralnych*, „Surowce i Maszyny Budowlane. Branżowy Magazyn Przemysłowy” 2009, nr 2

ZDZISŁAW NAZIEMIEC

EFFICIENCY OF WASHING OF AGGREGATES IN DIFFERENT WASHING DEVICES

Washing processes enabling removal of argillaceous impurities are often in use in rock raw material processing. Among many washing devices, sword-type washers are distinguished by great efficiency. In the paper results of industrial tests of washing of impure rock materials in different washing devices are presented. Schemas of technological solutions of aggregate washing plants were also included.