



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Dorota Niedzielska-Barczyk

Przygotowywanie surowców i mas ceramicznych 813[01].Z2.02

Poradnik dla ucznia

Wydawca

**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2007**

Recenzenci:

mgr inż. Katarzyna Golec

mgr inż. Beata Figarska-Wysocka

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Dorota Niedzielska-Barczyk

Konsultacja:

mgr inż. Gabriela Poloczek

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 813[01].Z2.02 „Przygotowywanie surowców i mas ceramicznych”, zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu operator urządzeń przemysłu ceramicznego.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2007

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	5
3. Cele kształcenia	6
4. Materiał nauczania	7
4.1. Surowce ceramiczne	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	15
4.1.3. Ćwiczenia	15
4.1.4. Sprawdzian postępów	17
4.2. Urządzenia dozujące i ważące	18
4.2.1. Materiał nauczania	18
4.2.2. Pytania sprawdzające	23
4.2.3. Ćwiczenia	24
4.2.4. Sprawdzian postępów	25
4.3. Urządzenia do rozdrabniania surowców ceramicznych	26
4.3.1. Materiał nauczania	26
4.3.2. Pytania sprawdzające	39
4.3.3. Ćwiczenia	39
4.3.4. Sprawdzian postępów	41
4.4. Wzbogacanie i przesiewanie surowców ceramicznych	42
4.4.1. Materiał nauczania	42
4.4.2. Pytania sprawdzające	47
4.4.3. Ćwiczenia	47
4.4.4. Sprawdzian postępów	48
4.5. Przygotowanie mas ceramicznych	49
4.5.1. Materiał nauczania	49
4.5.2. Pytania sprawdzające	59
4.5.3. Ćwiczenia	60
4.5.4. Sprawdzian postępów	63
4.6. Ciąg mieląco-suszący glin	64
4.6.1. Materiał nauczania	64
4.6.2. Pytania sprawdzające	66
4.6.3. Ćwiczenia	66
4.6.4. Sprawdzian postępów	66
4.7. Otrzymywanie szamotu i klinkieru	67
4.7.1. Materiał nauczania	67
4.7.2. Pytania sprawdzające	69
4.7.3. Ćwiczenia	70
4.7.4. Sprawdzian postępów	71
5. Sprawdzian osiągnięć	72
6. Literatura	77

1. WPROWADZENIE

Poradnik ten pomoże Ci w przyswajaniu wiedzy z zakresu przygotowywania surowców i mas ceramicznych.

W poradniku zamieszczono:

- wymagania wstępne – wykaz umiejętności, jakie powinieneś posiadać przed przystąpieniem do nauki w zakresie niniejszej jednostki modułowej,
- cele kształcenia – wykaz umiejętności, jakie ukształtujesz podczas pracy z tym poradnikiem,
- materiał nauczania – czyli podstawy teoretyczne, które będą pomocne podczas realizacji ćwiczeń,
- pytania sprawdzające, które pomogą Ci sprawdzić, czy opanowałeś materiał zamieszczony w poradniku i zapoznałeś się z literaturą podaną na końcu poradnika,
- ćwiczenia, które umożliwią Ci nabycie umiejętności praktycznych,
- sprawdzian osiągnięć,
- wykaz literatury, z jakiej możesz korzystać podczas nauki.

W materiale nauczania zostały omówione zagadnienia odnośnie właściwości surowców ceramicznych, ich przydatności do produkcji wyrobów ceramicznych, urządzeń dozujących i ważących, maszyn i urządzeń do rozdrabniania surowców ceramicznych, ich mielenia, przesiewania, typów mas ceramicznych i maszyn do ich sporządzania, ciągu susząco-mielącego gliny i przygotowania szamotu oraz klinkieru.

Podstawowym celem realizacji programu w tej jednostce modułowej jest kształtowanie umiejętności przygotowywania surowców i mas ceramicznych, jako ważnych operacji technologicznych. W niniejszym opracowaniu umieszczono najważniejsze zagadnienia i opisy dotyczące prezentowanej tematyki.

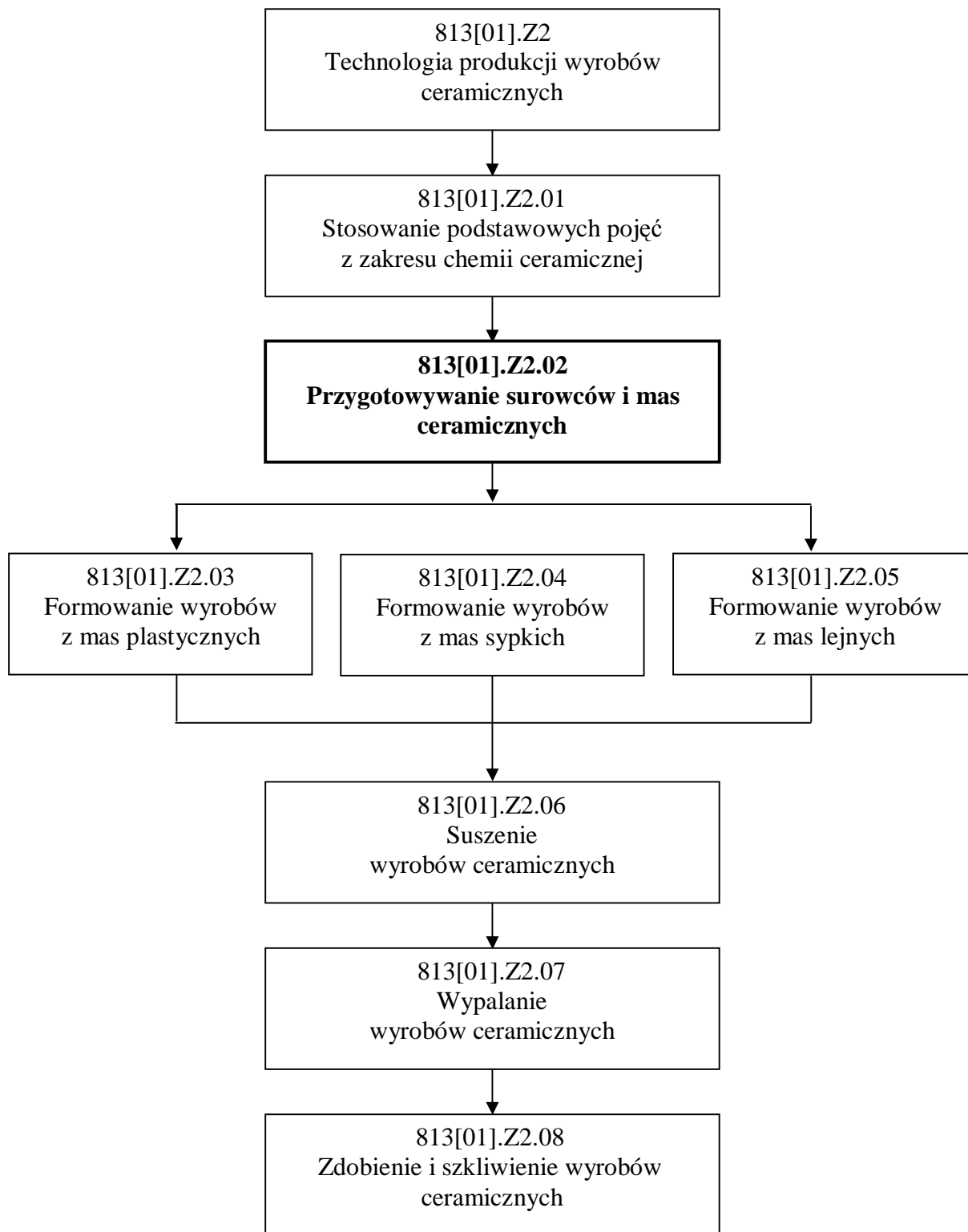
Z rozdziałem „Pytania sprawdzające” możesz zapoznać się:

- przed przystąpieniem do rozdziału „Materiał nauczania” – poznając przy tej okazji wymagania wynikające z potrzeb zawodu,
- po zapoznaniu się z rozdziałem „Materiał nauczania”, aby sprawdzić stan swojej wiedzy, która będzie Ci potrzebna do wykonania ćwiczeń.
- kolejnym etapem nauki będzie wykonanie ćwiczeń, których celem jest uzupełnienie i utwalenie informacji. Wykonując ćwiczenia zaproponowane w poradniku lub przygotowane przez nauczyciela, nabędziesz umiejętności przygotowywania surowców i mas ceramicznych,
- po wykonaniu ćwiczeń sprawdź poziom swoich postępów rozwiązując „Sprawdzian postępów”, który umieszczono po ćwiczeniach. Odpowiedzi „NIE” wskazują na luki w Twojej wiedzy, informują Cię również, jakich aspektów dotyczących prezentowanej tu tematyki jeszcze dobrze nie poznałeś. Oznacza to także powrót do treści, które nie są dostatecznie opanowane.

Poznanie przez Ciebie wszystkich lub określonej części wiadomości będzie stanowiło dla nauczyciela podstawę przeprowadzenia sprawdzianu przyswojonych wiadomości i ukształtowanych umiejętności. W tym celu nauczyciel posłuży się zestawem zadań testowych, zawierającym różnego rodzaju zadania. W rozdziale 5 tego poradnika jest zamieszczony przykładowy zestaw zadań testowych, zawiera on:

- instrukcję, w której omówiono tok postępowania podczas przeprowadzania sprawdzianu,
- zadania testowe,
- przykładową kartę odpowiedzi, w której wpiszesz odpowiedzi.

Będzie to stanowić dla Ciebie trening przed sprawdzianem zaplanowanym przez nauczyciela.



Schemat układu jednostek modułowych

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- stosować przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu czynności związanych z przygotowaniem surowców i mas ceramicznych,
- posługiwać się dokumentacją techniczną,
- stosować podstawowe pojęcia z zakresu chemii ceramicznej,
- klasyfikować skały występujące w skorupie ziemskiej,
- czytać symbole rysunkowe maszyn i urządzeń przemysłu ceramicznego.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- określić kryteria przydatności surowców,
- scharakteryzować podstawowe surowce ceramiczne i materiały pomocnicze,
- rozróżnić podstawowe surowce i ocenić ich przydatność,
- określić składniki masy ceramicznej na podstawie receptury,
- określić role surowców ilastych i schudzających topniki oraz ich wpływ na właściwości mas ceramicznych,
- przygotować masy plastyczne, gęstwy odlewnicze, granulaty do prasowania w warunkach laboratoryjnych i przemysłowych,
- sporządzić masy ceramiczne zgodnie z recepturami produkcyjnymi,
- określić kryteria przydatności surowców,
- rozróżnić urządzenia do przygotowania surowców i mas ceramicznych,
- posłużyć się terminologią z zakresu technologii ceramicznej,
- scharakteryzować zasady użytkowania maszyn i urządzeń do przygotowania surowców i mas,
- sklasyfikować urządzenia dozujące i ważące,
- scharakteryzować zasady działania i obsługi urządzeń dozujących i ważących surowce i masy,
- dozować i odważyć surowce i masy,
- scharakteryzować budowę i zasadę działania urządzeń rozdrabniających do surowców miękkich,
- scharakteryzować budowę i zasadę działania kruszarek do surowców twardych,
- rozdrobnić i kruszyć surowce,
- sklasyfikować urządzenia do mielenia i wyjaśnić zasadę działania,
- zmielić surowce,
- scharakteryzować budowę i zasadę działania oraz obsługę urządzeń do przesiewania na sucho surowców i gęstw ceramicznych,
- scharakteryzować budowę i zasadę działania oraz obsługę urządzeń do przesiewania na mokro surowców i gęstw ceramicznych,
- wyjaśnić budowę i zasadę działania oddzielaczy magnetycznych,
- scharakteryzować zasadę działania mieszarek do mas i gęstw ceramicznych,
- scharakteryzować urządzenia odwadniające,
- skontrolować przebieg pracy urządzeń do przygotowania surowców i mas ceramicznych,
- odczytać instrukcje obsługi urządzeń dozujących, rozdrabniających i mielących,
- zastosować przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska podczas obsługi maszyn i urządzeń do przygotowania surowców i mas ceramicznych.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Surowce ceramiczne

4.1.1. Materiał nauczania

Podstawowe pojęcia

Minerał

Minerałem nazywamy składniki skorupy ziemskiej, które powstały w drodze procesu geologicznego i mają jednorodny skład chemiczny i swoiste własności fizyczne. W skład skorupy ziemskiej wchodzi ponad 1500 minerałów, z których większość występuje w niewielkich ilościach i nie ma praktycznego znaczenia.

Skala

Skąły są skupiskami minerałów, które powstały w jednym procesie geologicznym albo w głębi, albo na powierzchni ziemi. Przyczyną powstania skał na powierzchni ziemi była energia słoneczna i związana z nią działalność wody i wiatru lub tworzyły się one ze szkieletów drobnych i większych organizmów. Czynniki wewnętrzne powodujące powstawanie skał noszą nazwę endogenicznych, czynniki zewnętrzne natomiast – egzogenicznych. Skały zbudowane są przeważnie z kwarcu i różnych krzemianów, które są najpospolitszymi minerałami na powierzchni Ziemi. Według powstania skały dzielimy na: magmowe, osadowe i przeobrażone (metamorficzne).

Surowiec mineralny

Surowcami mineralnymi nazywamy wszystkie minerały i skały, które mają praktyczne znaczenie w przemyśle i technice. Do surowców mineralnych ceramicznych zaliczamy te wszystkie minerały i skały, które mają znaczenie w przemyśle ceramicznym do produkcji różnego rodzaju wyrobów ceramicznych.

Złoże

Złożem nazywamy takie skupienie surowca mineralnego o odpowiedniej zasobności, którego eksploatacja opłaca się przy obecnym stanie techniki do wyprodukowania wyrobów ceramicznych

Zasoby

Zasobami nazywamy ilość surowca zawartego w złożu.

Podział surowców ceramicznych

Jedną z ważniejszych cech fizycznych surowców ceramicznych jest plastyczność. Zależnie od tej podstawowej cechy fizycznej wszystkie surowce ceramiczne można podzielić na:

- plastyczne,
 - nieplastyczne.
- Surowce plastyczne często dzieli się na:
- bardzo plastyczne,
 - średnio plastyczne,
 - mało plastyczne (chude).
- Surowce nieplastyczne dzieli się na:
- schudzające,
 - topniki.

Zależnie od składu chemicznego surowce nieplastyczne dzieli się na:

- surowce o dużej zawartości tlenku glinu,
- surowce krzemionkowe,
- surowce zawierające głównie związki wapnia i magnezu,
- surowce alkaliczne,
- surowce zawierające węgiel,
- inne.

Ze względu na pochodzenie surowce dzieli się na:

- naturalne,
- otrzymywane sztucznie.

Drugą ważną cechą fizyczną surowców ceramicznych jest ich ogniotrwałość zwykłą. W ceramice nie określa się temperatury topnienia surowców, lecz ze względu na zróżnicowany skład chemiczny, mineralogiczny i granulometryczny oraz inne cechy fizyczne, określa się ogniotrwałość zwykłą surowców.

Ogniotrwałość zwykła jest to temperatura, w której próbka z badanego surowca ulega odkształceniu pod ciężarem własnym. Miernikiem ogniotrwałości zwykłej jest stożek pirometryczny, który w danej temperaturze ulegnie deformacji pod ciężarem własnym na tyle, że dotknie swym czubkiem podstawy, na której jest osadzony. Próbka ma kształt „stożka”. Oznacza się sP (stożek pirometryczny).

Zależnie od ogniotrwałości zwykłej surowce ceramiczne można podzielić na:

- niskotopliwe o ogniotrwałości zwykłej do 135 sP, czyli 1350°C,
- trudno topliwe o ogniotrwałości zwykłej 135÷158 sP, czyli 1350÷1580°C,
- ogniotrwałe o ogniotrwałości zwykłej 158÷177 sP, czyli 1580÷1770°C,
- wysokoogniotrwałe o ogniotrwałości zwykłej powyżej 177 sP, czyli powyżej 1770°C.

W przemyśle materiałów ogniotrwałych gliny dzieli się na gatunki zależnie od ogniotrwałości zwykłej, zgodnie z normą na:

- G₁ o ogniotrwałości zwykłej, sP co najmniej 175, tj. 1750°C,
- G₂ o ogniotrwałości zwykłej, sP co najmniej 173, tj. 1730°C,
- G₃ o ogniotrwałości zwykłej, sP co najmniej 169, tj. 1690°C,
- G₄ o ogniotrwałości zwykłej, sP co najmniej 165, tj. 1650°C,
- G₅ o ogniotrwałości zwykłej, sP co najmniej 161, tj. 1610°C.

Ze względu na zastosowanie surowce dzieli się na:

- surowce do wytwarzania mas ceramicznych,
- surowce do wytwarzania szklivi,
- surowce do farb i inne.

Stosuje się także podział surowców ze względu na branżę, np.

- surowce do produkcji wyrobów ceglarskich,
- surowce do produkcji wyrobów kamionkowych,
- surowce do produkcji wyrobów porcelanowych,
- surowce do produkcji wyrobów półporcelanowych i fajansowych,
- surowce do produkcji wyrobów szamotowych itd.

Surowce plastyczne - charakterystyka

Do surowców plastycznych, czyli ilastych zaliczamy: gliny, kaoliny, bentonity oraz niektóre ogniotrwałe i nieogniotrwałe łupki. Są to skały osadowe złożone z mieszaniny różnych minerałów krzemianowych. Minerale te są przeważnie krystalicznymi uwodnionymi glinokrzemianami ($Al_2O_3 \cdot mSiO_2 \cdot nH_2O$). Stosunek ilości poszczególnych składników może być różny. W skałach ilastych przeważa któryś z minerałów:

- w kaolinach i łupkach – kaolinit,
- w glinach ogniotrwałych – kaolinit i illity,
- w bentonitach – montmorylonity.

Obok tych składników, skały te zawierają pewne ilości zanieczyszczeń, które wpływają na właściwości surowca.

Charakterystyczną cechą surowców plastycznych jest plastyczność, czyli zdolność tworzenia po zarobieniu z wodą, masy (gęstwy), którą można formować w dowolny sposób, a która zachowuje nadany jej kształt po wysuszeniu. Dlatego surowce ilaste nazywa się surowcami plastycznymi. Ilość wody, którą należy dodać do gliny, aby uzyskać masę, określa się nazwą wody zarobowej i wyraża w procentach. Po wysuszeniu materiał traci przejściowo plastyczność, odzyskuje ją po ponownym zarobieniu z wodą. Podczas wypalania materiał ilasty traci plastyczność trwale, nabierając jednocześnie cech charakteryzujących czerp ceramiczny. Procesowi suszenia i wypalania towarzyszy zjawisko zmiany objętości (kurczenia się) materiału. Związaną z tym cechą materiału nazywamy skurczliwość i wyrażamy w procentach.

Od plastyczności glin zależy ich właściwość określana jako zdolność wiązania materiałów schudzających (nieplastycznych). Polega ona na tym, że po dodaniu do gliny pewnej ilości surowców nieplastycznych, daje się ona jeszcze zarobić na spójną, zwięzłą masę. Surowce bardzo plastyczne, zwane tłustymi, mogą związać więcej materiałów schudzających, natomiast gliny mało plastyczne (chude) – mniej.

Gliny pierwotne i wtórne

Gliny są skałami osadowymi. Powstały one przez rozkład skał zbudowanych przede wszystkim ze skaleni, czyli, na przykład glinokrzemianów sodu, wapnia, potasu. W wyniku wietrzenia, skalenie uległy rozkładowi, a produktem wietrzenia jest substancja ilasta, kaolin lub glina, zwykle zanieczyszczona składnikami skały macierzystej, z której powstała.

Złoże, które powstały w miejscu skały macierzystej nazywa się pierwotnymi. Jeżeli produkty wietrzenia skały macierzystej zostały uniesione i osadzone na innym miejscu, to nagromadzone w ten sposób złoża określa się jako złoża wtórne.

Złoże pierwotne cechuje skład chemiczny zbliżony do składu skały macierzystej – jest to kaolin. Należy go wzbogacać, aby oddzielić substancje ilastą od ziaren grubszych pochodzących od skały macierzystej.

Gliny wtórne mają skład różny od macierzystej skały, gdyż w czasie transportu od miejsca wietrzenia do osadzenia uległy zanieczyszczeniu substancjami rozpuszczalnymi i organicznymi. Czynnikiem transportującym była woda, która osadzała materiał w zastoiskach, jeziorach, morzach. Tak powstały złoża glin, łupków i iłów.

Właściwości fizyczne surowców plastycznych

Surowce plastyczne bywają różnie zabarwione. Odmiany najczystsze są białe, kremowe lub szare. Zanieczyszczone domieszkami mineralnymi lub organicznymi są żółte, czerwone, brunatne, czarne, niebieskie, szare, zielonkawe itp. Domieszki organiczne, spalające się w czasie wypalania glin, nie wpływają na ich zabarwienie. Natomiast substancje nieorganiczne, zależnie od ich rodzaju oraz warunków wypalania, powodują na ogół zmianę koloru gliny po jej wypaleniu. Najsilniej barwią związki żelaza. W zależności od ich ilości – nadają kolor od żółtego do ciemnoczerwonego.

Budowę skał, zwaną teksturą, określa się na podstawie przełamu. Kaoliny i gliny pierwotne mają teksturę gruboziarnistą, o przełomie muszlowym, a łupki bardzo zwięzłą, sprasowaną, drobnoziarnistą. Gliny zanieczyszczone piaskiem mają teksturę luźną, uwarstwioną.

Uziarnienie glin jest różne. Właściwa substancja ilasta składa się z ziaren najdrobniejszych o wielkości 0,005 mm. Ziarna są blaszkowate. Twardość w skali Mohsa wynosi 2,0÷2,5, a gęstość w granicach 2,5÷2,8 g/cm³. Woda zarobowa jest potrzebna, aby glinę zarobić do stanu plastycznego. Ilość wody zarobowej dla każdego surowca określa się doświadczalnie.

Cechą fizyczną jest także skurcz objętościowy (skurczliwość suszenia i wypalania).

Surowce plastyczne podczas suszenia mają skłonność do pęknięcia, co nazywamy wrażliwością na suszenie.

Ważną pod względem technologicznym cechą jest ogniotrwałość zwykła i interwał spiekania.

Interwał spiekania jest to zakres temperatur od początku spiekania do początku mięknięcia. Zakres ten jest różny dla różnych surowców i zależy od ich składu mineralogicznego, a głównie od rodzaju zawartych w nim topników.

Kryteria przydatności surowców ceramicznych plastycznych

Ze względu na przydatność surowce ceramiczne plastyczne dzielimy na:

1. Kaoliny i gliny, wypalające się na kolor biały lub kremowy, stosowane w ceramice szlachetnej do wyrobu porcelany, półporcelany (porcelitu) i fajansu;
2. Gliny ogniotrwałe, używane do wyrobu materiałów ogniotrwałych. Charakteryzują się małą zawartością topników (poniżej 6%) i ogniotrwałością zwykłą poniżej 158 sP. Są one średnio lub bardzo plastyczne. Spiekają się w zakresie temperaturze 1300÷1400°C. Bardzo plastyczne gliny ogniotrwałe stosuje się do wiązania surowców mało plastycznych lub nieplastycznych;
3. Gliny kamionkowe, wypalające się na kolor szary, kremowy, różowy lub czerwony. Są one bardzo plastyczne, zawierają znaczne ilości topników (do 10%) i mają związaną z tym niską temperaturę spiekania 1100÷1200°C. Stosuje się je do produkcji naczyń kamionkowych, płytek podłogowych, aparatury chemicznej, rur kanalizacyjnych itp.;
4. Gliny garncarskie i kaflarskie, wypalające się na kolor kremowy, różowy lub czerwony. Nie są ogniotrwałe. Zawierają dużo topników, niekiedy znaczne ilości CaCO₃, są plastyczne lub bardzo plastyczne. Po wypaleniu w temperaturze 900÷1100°C dają czerep zwięzły, ale niespieczony (nasiąkliwy).
5. Gliny ceglarskie i klinkierowe. Gliny ceglarskie są bardzo rozpowszechnione. Dają po wypaleniu w 900÷1100°C czerep wytrzymały, nasiąkliwy, o barwie czerwonej. Zawierają duże ilości topników, zwłaszcza związków żelaza (stąd barwa czerwona) oraz znaczne ilości pyłu kwarcowego. Gliny klinkierowe wypalone w temperaturze 1100÷1200°C dają czerep wytrzymały, o znikomej nasiąkliwości. [2]

Wymagania stawiane surowcom plastycznym do produkcji niektórych wyrobów podano w tabeli 1.

Tabela.1. Podział surowców plastycznych ze względu na przydatność do produkcji różnych wyrobów [2, s. 61]

Odmiany surowców	Właściwości				Zastosowanie
	Ogniotrwałość zwykła sP	Zawartość topników %	Temperatura spiekania °C	Barwa po wypaleniu	
Kaoliny i gliny biało wypalające się, plastyczne, do ceramiki szlachetnej	156	jak najmniej	na ogół 1300÷1350°C	Biała lub lekko kremowa	Porcelana, fajans, półporcelana (porcelit)
Gliny i łożupki ogniotrwałe	158÷177	> 6%	na ogół 1350÷1450°C	Szara, kremowa, brunatna	Wyroby szamotowe ogniotrwałe
Gliny trudno topliwe kamionkowe bardzo plastyczne lub plastyczne	148	>10%	na ogół 1000÷1200°C	Szara, kremowa, brunatna	Płytki podłogowe, rury kanalizacyjne, wyroby kwasoodporne
Gliny zwykle garncarskie, kaflarskie, bardzo plastyczne lub plastyczne	135÷148	różna	na ogół 1100÷1200°C	Kremowa, brunatna, czerwona	Kafle, wyroby garncarskie, kamionkowe.

Gliny pospolite:					Cegły pełne, dziurawki, dachówki, wyroby cienkościenne, kruszywa lekkie, klinkier
– ceglarskie,	100÷130	różna	na ogół 1100÷1200°C	Brunatna, czerwona	budowlany, drogowy, kruszywa (keramzyt, glinoporyt)
– klinkierowe,	12÷135				
– iły, łupki, gliny	110÷130				
– morenowe, lessy, mady, muły	110÷130				

Surowce nieplastyczne – charakterystyka i ich przydatność.

W ceramice stosuje się surowce nieplastyczne pochodzenia naturalnego i surowce sztuczne. Za naturalne uważamy te surowce, których można używać do produkcji wprost po wydobyciu ze złoża, bądź też po rozdrobnieniu i ewentualnym wzbogaceniu. Surowiec stosowany w produkcji ma te same cechy, co złoże. Surowce sztuczne otrzymuje się z wstępnego przerobu surowców naturalnych, polegającego najczęściej na przepaleniu, bądź z przeróbki spieczonych odpadów produkcyjnych, np. złom lub też z innych surowców (na przykład korund, karborund) poprzez złożone procesy produkcyjne. Mogą być też surowce odpadowe z innych gałęzi przemysłowych, np. żużle wielkopiecowe. [2]

Surowce krzemionkowe

Surowce krzemionkowe są zwykle pochodzenia naturalnego. Do mas dodaje się ich w celu schudzenia, lub jako podstawowy składnik masy, np. w wyrobach ogniotrwałych krzemionkowych. Schudzą one czyli zmniejszą plastyczność gliny w masach, dzięki czemu zmniejsza się skurczliwość mas w czasie suszenia i wypalania. Surowce te są skałami monomineralnymi lub złożonymi. Najczystszy jest kwarc, który występuje w przyrodzie jako kryształ górski, tworzy skupienia bezbarwnych, dobrze wykształconych kryształów lub żył. Kwarc z Rozdroża Izerskiego zawiera 99,6% SiO₂. Ten wysokogatunkowy kwarc znajduje zastosowanie w przemyśle porcelanowym.

Innym surowcem krzemionkowym jest piasek kwarcowy. Stanowi on surowiec sypki i ziarnisty, zawierający, oprócz kwarcu, ziarna minerałów oraz okruchy skalne ze skały macierzystej. Ze względu na wielkość ziaren sypkie skały krzemionkowe dzieli się na:

- pyły o ziarnach mniejszych niż 0,1 mm,
- piaski drobne 0,1÷0,25 mm,
- piaski średnie 0,25÷0,5 mm,
- piaski grube 0,5÷1,0 mm,
- piaski bardzo grube 1,0÷2,0 mm,
- żwiry powyżej 2,0 mm.

Najczystsze piaski, o zawartości poniżej 0,08% tlenków barwiących, znajdują zastosowanie jako składniki mas i szkliv porcelanowych, fajansowych i porcelitowych. Piaski bardziej zanieczyszczone minerałami ilastymi stosuje się w produkcji materiałów ogniotrwałych kwarcowo-szamotowych. Piasków o zawartości powyżej 97% SiO₂ używa się do produkcji ogniotrwałych wyrobów krzemionkowych.

Kwarcyty są krzemionkowymi skałami osadowymi. Rozróżnia się kwarcyty: cementowe i krystaliczne. W ceramice większe znaczenie mają kwarcyty krystaliczne. Powstały one ze złóż piasków pod wpływem dużego nacisku górotwórczego. Średnice ziaren kwarcu w tych skałach wynoszą najczęściej 0,1–0,3 mm. Przełom ich jest lśniący, a ziarna trudne do rozróżnienia gołym okiem. Kwarcyty stosuje się do produkcji krzemionkowych wyrobów

ogniotrwałych. O ich przydatności decyduje zawartość krzemionki (SiO_2) oraz rodzaj i ilość zanieczyszczeń.

Krzemienie są to bezpostaciowe substancje krzemionkowe, występujące w złożach wapieni jako buły. Twarde i odporne na ścieranie odmiany są nazywane flintami. Często stosuje się je jako młynki do młynów kulowych.

Surowce skaleniowe

Surowce skaleniowe wprowadza się do mas ceramicznych w celu obniżenia ich temperatury spiekania; są one także jednym z głównych składników szkliv. W masach surowych surowce te zachowują się jak materiały schudzające i dopiero podczas wypalania mięknią i działają jak topniki. Topniki jako surowce mineralne, ułatwiają topnienie i spiekanie mas i szkliv. Tworzą one niskotopliwe krzemiany, które rozpuszczają część kwarcu i glinokrzemianów, a wypełniając pustki między nierozpuszczalnymi ziarnami zlepiają je oraz umożliwiają wykryształizowanie nowych składników. Skalenie są bezwodnymi glinokrzemianami potasowymi, sodowymi, wapieniowymi lub barowymi. Skaleń potasowy $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ (ortoklaz) ma barwę jasnoróżową lub czerwonożółtą i szklisty połysk. Topi się w temperaturze około 1170°C . Ortoklaz jest chętnie stosowany w ceramice, gdyż w zakresie temperaturze $1100\div 1300^\circ\text{C}$ topi się dając stop o dużej lepkości. Skaleń sodowy $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ (albit) ma barwę białą, żółtą, czerwoną lub jest bezbarwny. Topi się w temperaturze około $1120\div 1220^\circ\text{C}$. Jest skuteczniejszym topnikiem niż ortoklaz i może go zastępować, jednak często powoduje odkształcenie wyrobu podczas wypalania wskutek małej lepkości stopu. Czerep wypalony z masy zawierającej albit jest mniej przeświecalny niż czerep z zawartością ortoklazu. W produkcji porcelany stołowej i fajansu stosuje się skalenie, w których zawartość K_2O jest większa niż Na_2O .

Jako topniki do mas i szkliv ceramicznych można wprowadzać inne skały, jak sjenit, pegmatyt, trachit i bazalt.

Surowce skaleniowe stosowane w produkcji porcelany stołowej czy elektrotechnicznej muszą charakteryzować się odpowiednimi właściwościami fizycznymi. Przydatność danego surowca do produkcji określa się na podstawie badań:

- uziarnienie,
- zawartości SiO_2 , Al_2O_3 , $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$, $\text{MgO} + \text{CaO}$, Na_2O , K_2O ,
- strat prażenia,
- wilgotności surowca,
- topliwości,
- barwy po stopieniu oraz próby na muszkę i wytopy.

Surowce wapieniowe i magnezowe

Do grupy surowców ceramicznych zawierających związki wapnia lub magnezu zalicza się: wapienie, kredę, margiel, gips, fosforyty, apatyty, fluoryty, dolomity, magnezyty, talki i serpentynity.

Surowce wapieniowe dzielimy na węglanowe i siarczanowe.

Do węglanowych należą: minerał kalcyt i jego odmiana – szpat islandzki oraz skały: wapienie, marmur, kreda, margiel.

Do siarczanowych zalicza się gips i anhydryt.

Poza tym do stosowanych w ceramice związków wapnia zalicza się fosforan wapniowy, fluorek wapnia i kryolit.

Kalcyt CaCO_3 – jest dobrze ukształtowany, krystaliczny. Jest minerałem bezbarwnym, czasem zabarwionym na żółto domieszkami tlenków żelaza. Jest głównym składnikiem skał: wapieni, marmurów, kredy, margli.

Wapienie należą do najbardziej rozpowszechnionych w przyrodzie surowców zawierających tlenek wapnia. Są skałami osadowymi, powstałymi w środowisku wodnym. Zawierają składniki pochodzenia organicznego. Mają na ogół barwę białą, biało kremową lub białą szarą, a pod wpływem zanieczyszczeń organicznych mogą mieć nawet barwę czarną. Związki żelaza nadają im barwę żółtą lub brunatną.

Skały wapienne, które przekrystalizowały pod wpływem nacisku górotwórczego, nazywamy marmurami. Mają one budowę drobnoziarnistą. W ceramice używa się marmurów białych.

Skałami kredowymi nazywamy słabo związane osadowe skały wapienne barwy białej, złożone ze skorupki radiolari, foraminiferów i kokolitów. Wymiary tych skorupki wynoszą 0,007÷0,0095 mm.

Marglami nazywa się skały wapienne o dużej zawartości gliny. Ilość gliny występującej obok węglanu wapniowego może być różna. Mieszaniny węglanu wapniowego i substancji ilastej tworzą następujący szereg:

- wapień czysty (do 2% gliny),
- wapień margliste (do 10% gliny),
- margle wapienne (do 25% gliny),
- margle (do 60% gliny),
- margle ilaste (do 90% gliny),
- gliny margliste (do 10% CaCO₃),
- gliny (do 2% CaCO₃). [2].

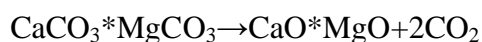
Surowce wapniowe znalazły zastosowanie w ceramice. Stosuje się je jako topniki w produkcji fajansu, kamionki i kafli. Niewielkie ilości dodaje się do niektórych mas porcelanowych. Czystą mączkę z kredy, wapienia lub marmuru stosuje się w produkcji różnego rodzaju szklivi. Tlenek wapnia stanowi surowiec do wyrobu materiałów ogniotrwałych. Z czystego tlenku wapnia można produkować wyroby wysokoogniotrwałe.

Skały gipsowe stanowią osady morskie złożone niemal wyłącznie z minerału gipsu (uwodnionego siarczanu wapnia CaSO₄*2H₂O) i niekiedy z anhydrytu.

Gips palony (półwodny siarczan wapnia) znalazł zastosowanie w ceramice do wytwarzania różnych modeli i form do produkcji wyrobów ceramicznych.

Fluoryt CaF₂ jest to materiał krystaliczny o barwie najczęściej fioletowej. Jest topnikiem stosowanym w wytwarzaniu szklivi, którym można nadawać charakterystyczne zmętnienie. Jest także bardzo dobrym mineralizatorem tworzenia się mulitu, przemian kwarcu, jak również stabilizatorem tlenku cyrkonu. Stosuje się go w ceramice specjalnej

Dolomit jest to podwójny węglan wapniowy i magnezowy o wzorze CaCO₃*MgCO₃. Podczas ogrzewania powyżej 600°C dolomit rozkłada się wg reakcji:



W praktyce rozkład prowadzi się w temperaturze około 950°C. Dolomit ten nazywamy dolomitem kaustycznym – ma on właściwości wiążące. Jeżeli dolomit prażymy w temperaturze 1500÷1700°C, powstaje produkt spieczony, zwany dolomitem hutniczym. Jest to materiał zasadowy, wysokoogniotrwały, używany na masy ogniotrwałe. Kryterium przydatności dolomitów do wyrobu materiałów ogniotrwałych jest zawartość MgO – powinno go być minimum 30%.

Dolomit niewypalany stosuje się w produkcji niektórych odmian fajansu i porcelany. Stanowi on także dodatek do szklivi.

Surowce magnezytowe

Magnezyt jest to węglan magnezowy $MgCO_3$. Podczas ogrzewania rozkłada się. Prażony w wysokiej temperaturze $1450\div 1700^\circ C$ spieka się i daje cenny materiał (klinkier magnezytowy), używany do produkcji zasadowych materiałów ogniotrwałych. Surowy magnezyt powinien zawierać, co najmniej 40% MgO . W przemyśle fajansowym i porcelanowym magnezyt stosuje się w małych ilościach do mas i szklivi jako topnik, gdyż tworzy z krzemianami łatwo topliwe związki.

Talk – surowiec zawierający magnez, szeroko jest stosowany do produkcji naczyń laboratoryjnych oraz wyrobów steatytowych na potrzeby elektroniki i elektrotechniki.

Surowce fosforowe

Surowce fosforowe: apatyty i fosforyty stosuje się w przemyśle porcelanowym i kamionkowym do wyrobu mas oraz jako zmeńniacze do szklivi i emalii. Surowce te zawierają od 20 do 45% P_2O_5 .

Surowce o dużej zawartości Al_2O_3

Surowce o dużej zawartości tlenku glinu, powyżej 46%, stosuje się do produkcji materiałów wysokoogniotrwałych, specjalnych naczyń chemicznych, izolatorów do świec zapłonowych, materiałów ściernych i narzędzi skrawających.

Surowce zawierające Al_2O_3 można podzielić na trzy grupy:

- 1) Surowce glinowe:
 - minerały: korund i jego odmiany oraz uwodnione tlenki glinu (hydrargilit, diaspor, bajeryt, bemit),
 - skały: boksyt, szmergiel.
- 2) Surowce otrzymywane sztucznie: tlenek glinu i elektrokorund.
- 3) Surowce glinowo-krzemionkowe: andaluzyt, cyjanit, sylimanit.

Korund ma zastosowanie w przemyśle materiałów ściernych i ogniotrwałych. Uwodnione tlenki glinu stanowią składnik boksytów. Boksyty są porowate, barwy od białej do ciemnofioletowej.

Surowce zawierające węgiel

Grafit jest odmianą alotropową węgla pierwiastkowego. Grafit ma zastosowanie jako surowiec do wytwarzania materiałów ogniotrwałych, do wyrobu elektrod, jako składnik specjalnych smarów.

Węglik krzemu SiC jest sztucznym materiałem ziarnistym o barwie zielonej, ciemnoniebieskiej lub granatowej do czarnej. Ma potoczną nazwę karborund. Stanowi surowiec do produkcji wyrobów ogniotrwałych karborundowych. Do istotnych cech decydujących o jego zastosowaniu zalicza się jego dużą twardość – 9,5 według skali Mohsa.

Surowce pomocnicze

Do surowców pomocniczych zalicza się materiały, które wchodzą w skład surowej masy, jednak nie występują w składzie chemicznym gotowego tworzywa lub też pozostają w nim w tak niewielkim stosunku, że nie wpływają na właściwości wyrobu.

Surowce te można podzielić na kilka grup:

- 1) Materiały pozostawiające pory w wyrobie. Są to: miał węgla brunatnego, kamiennego, drzewnego, trociny, mączka z korka. Wielkość porów zależy od uziarnienia tych dodatków. Innymi dodatkami tworzącymi pory są substancje pienne, jak saponity.
- 2) Substancje uplastyczniające – plastyfikatory. Jeżeli technologia zabrania użycia w masie surowca plastycznego to wówczas stosuje się te właśnie środki. Są to odpowiednie substancje organiczne, lepkie lub kleiste. Do substancji takich należą: ługi posulfitowe,

- krochmal, dekstryna i inne. W niektórych wypadkach dla uzyskania lejności suchą masę zarabia się na gorąco z roztopioną parafiną, woskiem i innymi substancjami.
- 3) Oleje dodawane do mas przeznaczonych do formowania przez wyłaczanie. Ułatwiają one prasowanie, zapobiegają przyklejaniu się do form stalowych oraz zapewniają uformowanym wyrobom określoną wytrzymałość. Oleje te otrzymuje się z ropy naftowej.
 - 4) Materiały używane do sporządzania form. Podstawowy materiał to gips modelarski, z którego wykonuje się formy do odlewania, tłoczenia, wyciskania oraz modele i formy pośrednie. Stosuje się także formy z tworzyw sztucznych, gumy i metalu. [2]

4.1.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do ćwiczeń.

1. Co rozumiesz pod pojęciem plastyczność, woda zarobowa?
2. Jak wygląda podział surowców nieplastycznych?
3. Jaką funkcję w masie pełnią topniki?
4. Jakie cechy fizyczne wymienisz dla surowców ilastych?
5. Jakie znasz surowce krzemionkowe, a jakie skaleniowe?
6. Co kryje się pod pojęciem interwał spiekania?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Przeprowadź analizę tabeli nr 1 tego poradnika i odpowiedź na zadane pytanie:., Jakie powinny być parametry surowca plastycznego, który można zastosować na kafle oraz jakie kryteria musi spełnić surowiec ilasty, aby go stosować na wyroby ogniotrwałe szamotowe?

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przeczytać określone treści z poradnika,
- 2) przeanalizować zawartość tabeli 1,
- 3) wynotować parametry surowca plastycznego na kafle,
- 4) wynotować parametry surowca przydatnego na wyroby ogniotrwałe szamotowe,
- 5) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- notatnik,
- literatura wskazana przez nauczyciela.

Ćwiczenie 2

Określ, które zdania są prawdziwe, a które fałszywe:

Zdanie:	Prawda	Falsz
Ilość wody, którą należy dodać do gliny, aby uzyskać masę, określa się nazwą wody zarobowej i wyraża w procentach.		
Surowiec schudzający zwiększa plastyczność masy ceramicznej.		
Złoża, które powstały w miejscu skały macierzystej nazywa się wtórnymi.		

Surowce plastyczne podczas suszenia mają skłonność do pęknięcia, co nazywamy interwałem spiekania. Od plastyczności glin zależy ich właściwość określana jako zdolność wiązania materiałów nieplastycznych.		
Ogniotrwałość zwykła jest to temperatura, w której próbka z badanego surowca ulega odkształceniu pod ciężarem własnym.		
Topnikiem nazywamy substancję, która obniża temp. spiekania masy ceramicznej.		

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać określone treści z poradnika,
- 2) przeanalizować treść każdego zdania,
- 3) podjąć decyzję czy zdanie jest prawdziwe, czy fałszywe,
- 4) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik.

Ćwiczenie 3

Określ, przydatność surowców na potrzeby przemysłu ceramicznego – połącz w logiczne pary i uzupełnij tabelkę:

1	2	3	4	5

1. Gliny nie ogniotrwałe, zawierają dużo topników, po wypaleniu (1000°C) nie są spieczone	A. PORCELANA STOŁOWA
2. Kaoliny i glina biało wypalająca się	B. WYRÓB SZAMOTOWY
3. Glina ogniotrwała powyżej 158sP	C. RURA KANALIZACYJNA
4. Glina b. plastyczna, po wypaleniu szara, kremowa, różowa, temp. spiekania 1100÷1200°C	D. CEGŁA KLINKIEROWA
5. Glina po wypaleniu 900÷1100°C, nasiąkliwa, o barwie czerwonej, zawiera dużo związków żelaza	E. WYRÓB GARNCARSKI I KAFLE

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać określone treści z poradnika,
- 2) przeanalizować opisy surowców,
- 3) przeanalizować zestawienie wyrobów,
- 4) wyszukać charakterystycznych informacji o treści jednoznacznej,
- 5) połączyć surowiec z wyrobem,
- 6) uzupełnić tabelkę,
- 7) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- notatnik.

Ćwiczenie 4

Rozpoznaj i omów wybrane surowce ceramiczne – wskaż ich zastosowanie.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z właściwą treścią poradnika,
- 2) zapoznać się z literaturą wskazaną przez nauczyciela,
- 3) obejrzeć zgrupowane surowce ceramiczne,
- 4) rozróżnić i podzielić surowce na dwie grupy: plastyczne i nieplastyczne,
- 5) nazwać surowce,
- 6) sporządzić krótką notatkę o każdym z nich,
- 7) wskazać przydatność w przemyśle ceramicznym poszczególnych surowców,
- 8) zaprezentować wykonanie ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- literatura wskazana przez nauczyciela,
- surowce ceramiczne plastyczne,
- surowce ceramiczne nieplastyczne.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) zdefiniować pojęcia: minerał, skała, złoża?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) scharakteryzować parametry surowców plastycznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wyjaśnić, do czego mogą być stosowane surowce schudzające?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) określić, jaką rolę pełnią w masie topniki i podać przykłady takich surowców?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) ocenić przydatność w ceramice wybranych surowców?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) wymienić grupy materiałów pomocniczych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) rozpoznać typowe surowce ceramiczne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2. Urządzenia dozujące i ważące

4.2.1. Materiał nauczania

Podstawowe informacje

Urządzenia zasilające i dozujące służą do równomiernego i w określonych ilościach, zasilania materiałem urządzeń rozdrabniających, mielących, formujących i innych.

Dozowniki stosuje się do podawania materiału w ilościach określonych objętością lub ciężarem. Z tego powodu można je sklasyfikować na:

- objętościowe,
- wagowe.

Dozowniki objętościowe są mniej dokładne, lecz znajdują szersze zastosowanie ze względu na prostą konstrukcję. Wykorzystuje się je w przypadkach, gdy dokładność dozowania może mieć odchylenia 2÷5%, w pozostałych sytuacjach – stosuje się dozowanie (namiarowanie) wagowe. [5]

Urządzenia zasilające i dozujące objętościowo.

Do grupy tych urządzeń należą: podajniki i dozowniki:

- talerzowe,
- płytowe,
- taśmowe,
- okrągłe,
- korytkowe,
- bębnowe,
- ślimakowe,
- wibracyjne.

Dozowanie objętościowe daje dostatecznie dobre rezultaty w następujących warunkach:

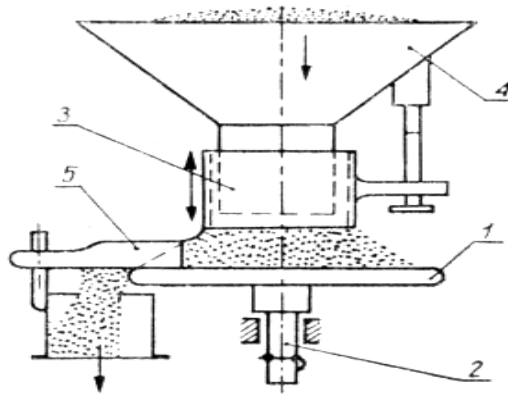
- pojemniki służące do odmierzania muszą być stale napełniane zawsze w ten sam sposób,
- surowce nie mogą być zbyt silnie rozdrobnione,
- stopień rozdrobnienia surowców musi być zawsze taki sam,
- stopień rozdrobnienia musi być odpowiednio dobrany do wielkości pojemnika.

Podajniki i dozowniki talerzowe

Stosuje się do materiałów proszkowych, ziarnistych i kawałkowych o wielkości ziaren do 150 mm.

Podajnik talerzowy (dozownik)

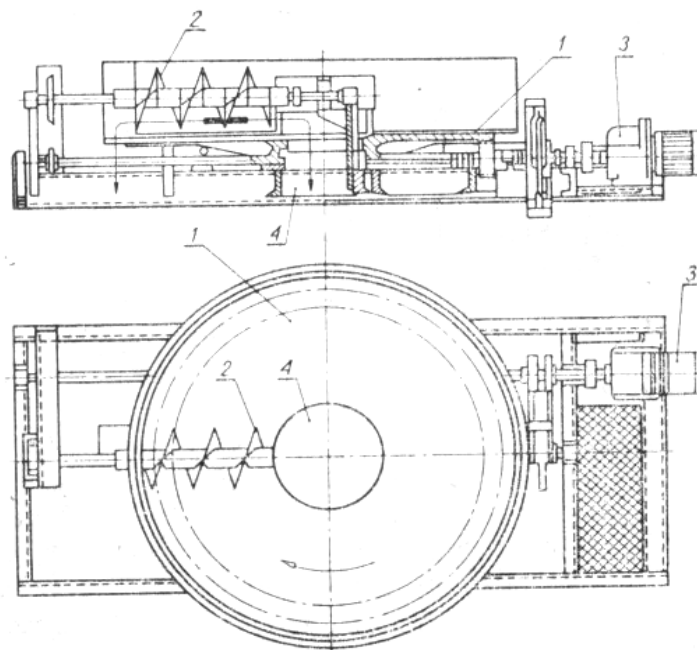
Podajnik talerzowy składa się z poziomej tarczy (talerza) obracającego się wokół pionowego wału. Nad talerzem znajduje się pionowy cylinder umocowany pod zbiornikiem z materiałem. Nad tarczą umieszczony jest zgarniak znajdujący się w otworze bocznym cylindra, gdy ten jest podnoszony, lub między tarczą, a cylindrem, jak to pokazano na rysunku 1. Tarcza otrzymuje ruch obrotowy od silnika elektrycznego przez przekładnię ślimakową. Materiał zsypuje się na obracającą się tarczę. Rozsypany na tarczy materiał zsypuje do leja zsykowego zgarniak. Ilość podawanego materiału reguluje się odległością cylindra od tarczy (im większa odległość, tym wyższa warstwa wysypującego się materiału na talerz) oraz położeniem zgarniaka, który odpowiednio ustawiony może zgarniać większą lub mniejszą ilość materiału. Niezależnie od tego ilość podawanego materiału zależy od obrotów tarczy. Prędkość obrotowa tarczy musi być tak dobrana, aby siła odśrodkowa nie powodowała wyrzucania materiału poza obręb tarczy.



Rys. 1. Podajnik talerzowy: 1 – tarcza, 2 – wał, 3 – cylinder, 4 – zbiornik podawanego materiału, 5 – zgarniak [6, s. 94]

Podajnik talerzowy zbiorczy

Podajnik talerzowy zbiorczy znajduje zastosowanie do połączenia maszyn przygotowujących masę ceramiczną z kolejnymi urządzeniami przeróbczymi. Jest to podajnik o budowie otwartej – rysunek 2. Podajnik z wygarniakiem ślimakowym składa się z okrągłej tarczy, obracającej się w płaszczyźnie poziomej i ślimaka zgarniającego. Napęd z silnika elektrycznego przez reduktor przekazywany jest na koło zębate, umieszczone na talerzu (od dołu). Materiał wsypuje się na talerz od góry. W wyniku obrotu talerza materiał przesuwany jest w kierunku ślimaka, który zgarnia go do otworu wyspowego.

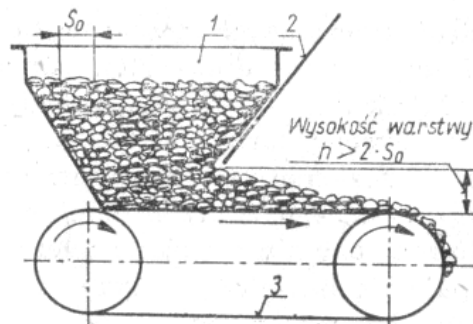


Rys. 2. Podajnik talerzowy zbiorczy: 1 – tarcza, 2 – ślimak zgarniający, 3 – silnik elektryczny, 4 – otwór wyspowy [6, s. 94]

Podajniki i dozowniki płytowe oraz taśmowe.

Zalicza się do nich: podajniki stalowo-taśmowe, gumowo-taśmowe, taśmowo-członowe, zasilacze skrzyniowe. Stosuje się je do podawania materiału w kawałkach do urządzeń rozdrabniających i pobierania materiału ze zbiorników.

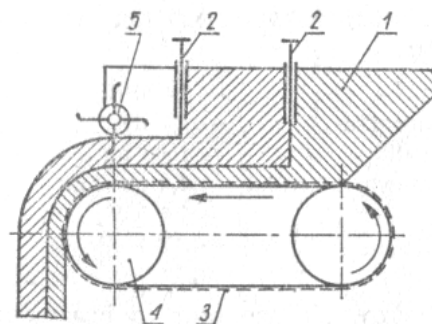
Podajniki stalowo-taśmowe i gumowo-taśmowe pracują na zasadzie przedstawionej na rysunku 3. Elementem podającym materiał ze skrzyni jest taśma przenośnika. Zasuwa służy do regulacji wysokości warstwy materiału pobieranej ze skrzyni. Aby dopływ surowca na taśmę był równomierny, wysokość h podniesienia zasuwy powinna być, co najmniej dwukrotnie większa od średnicy największego kawałka materiału znajdującego się w skrzyni. O wydajności takiego zasilacza decyduje nie tylko wysokość uniesienia zasuwy, ale również prędkość przesuwu taśmy.



Rys. 3. Podajnik stalowo-taśmowy: 1 – skrzynia, 2 – zasuwa, 3 – taśma przenośnika [6, s. 96]

Zasilacz skrzyniowy

Zasilacz skrzyniowy służy do jednoczesnego zasilania urządzeń przerobczych kilkoma rodzajami materiałów. Zasilacz skrzyniowy [rys. 4] składa się ze skrzyni wykonanej z blachy. Wewnątrz skrzyni znajdują się nastawne przegrody pionowe. Stosunek objętościowy poszczególnych materiałów zależy od położenia tych przegród. Można je ustawiać na żądany poziom, regulując w ten sposób wysokości warstw poszczególnych materiałów. Dno skrzyni stanowi stalowy przenośnik taśmowo-członowy z napędem na przedni bęben. W części przedniej zasilacza znajduje się wał z wystającymi sworzniami, którego zadaniem jest rozbijanie większych brył gliny oraz wygarnianie materiału. Zaletami zasilacza skrzyniowego są jego nieskomplikowana budowa, łatwość w eksploatacji. Wadami: duże wymiary zewnętrzne i mała dokładność zasilania.

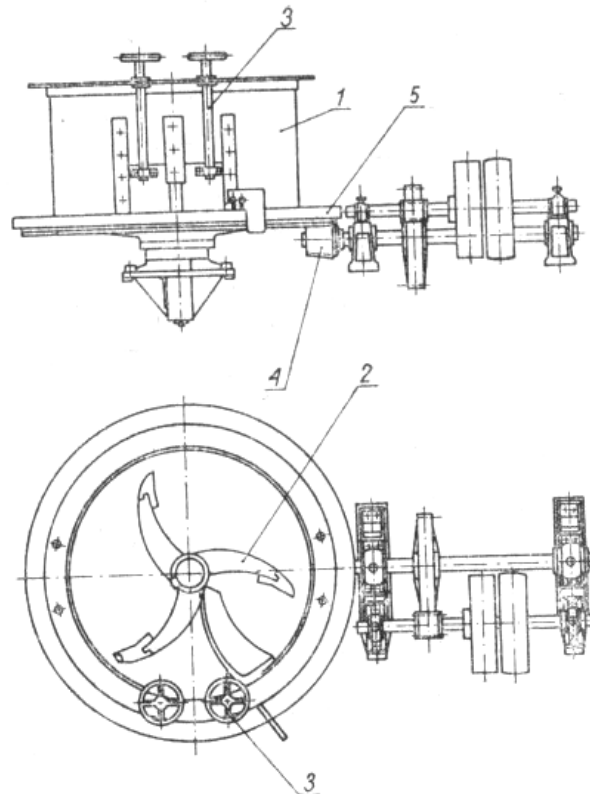


Rys. 4. Zasada działania zasilacza skrzyniowego: 1 – skrzynia, 2 – przegroda, 3 – przenośnik taśmowo-członowy, 4 – bęben, 5 – wał ze sworzniami [6, s. 97]

Podajniki okrągłe

Podajniki okrągłe, zwane także zasilaczami okrągłymi, przeznaczone są do dozowania mas częściowo lub w pełni przerobionych w innych urządzeniach przerobczych.

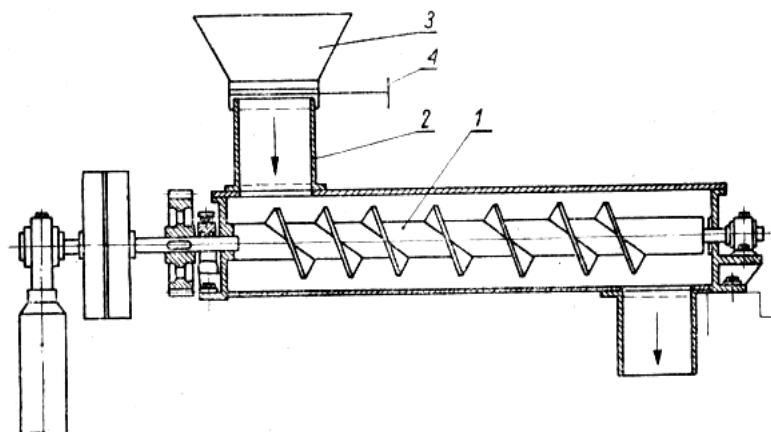
Podajnik okrągły [rys. 5] składa się z nieruchomego zbiornika cylindrycznego i obracającego się w nim mieszaka, którego zadaniem jest podawanie materiału na zewnątrz przez otwór zbiornika. Wielkość otworu reguluje się zasuwą. Dno zbiornika zamyka od dołu talerz zbiorczy, z którego odprowadza się materiał poza obręb maszyny.



Rys. 5. Podajnik okrągły: 1 – zbiornik, 2 – mieszak, 3 – zasawa, 4 – przekładnia zębata, 5 – talerz zbiorczy [6, s. 98]

Podajniki ślimakowe

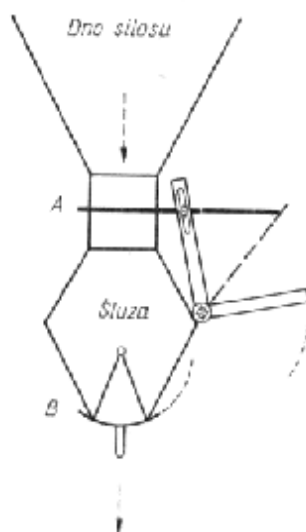
Służą one do jednostajnego i równomiernego zasilania materiałami sypkimi. Podajnik ślimakowy [rys. 6] składa się z przenośnika ślimakowego połączonego pionową rurą ze zbiornikiem. Ilość materiału spadającego ze zbiornika reguluje się zasuwą.



Rys. 6. Podajnik ślimakowy: 1 – przenośnik ślimakowy, 2 – rura, 3 – zbiornik materiału, 4 – zasawa [6, s. 98]

Śluza

Za pomocą śluzy można dozować, sposobem objętościowym, surowce granulowane zmagazynowane w silosach. [rys. 7]



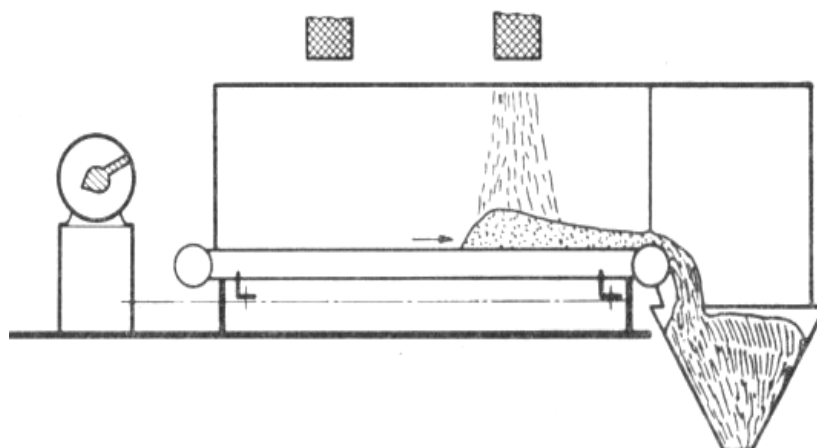
Rys. 7. Dozowanie objętościowe za pomocą śluzy: Faza I: A – otwarte, B – zamknięte, Faza II: A – zamknięte, B – otwarte [5, s. 31]

Urządzenia zasilające i dozujące wagowo

Dozowanie wagowe umożliwia zestawienie mas z dużą dokładnością pod warunkiem, że używane surowce są całkowicie wysuszone lub znana jest ich wilgotność.

Taśma wążąca

Taśma wążąca spełnia równocześnie funkcję wagi i przenośnika. W chwili ważenia taśma jest unieruchomiona. Liczba ważonych składników może być dowolna, ograniczona jest natomiast ich całkowita objętość. Taśma może być zaopatrzona w dodatkowy zbiornik, który odbiera zważony materiał. Taśma taka porusza się podczas ważenia. Ważenie odbywa się za pomocą mechanicznego układu dźwigni. Wynik odczytuje się na skali.

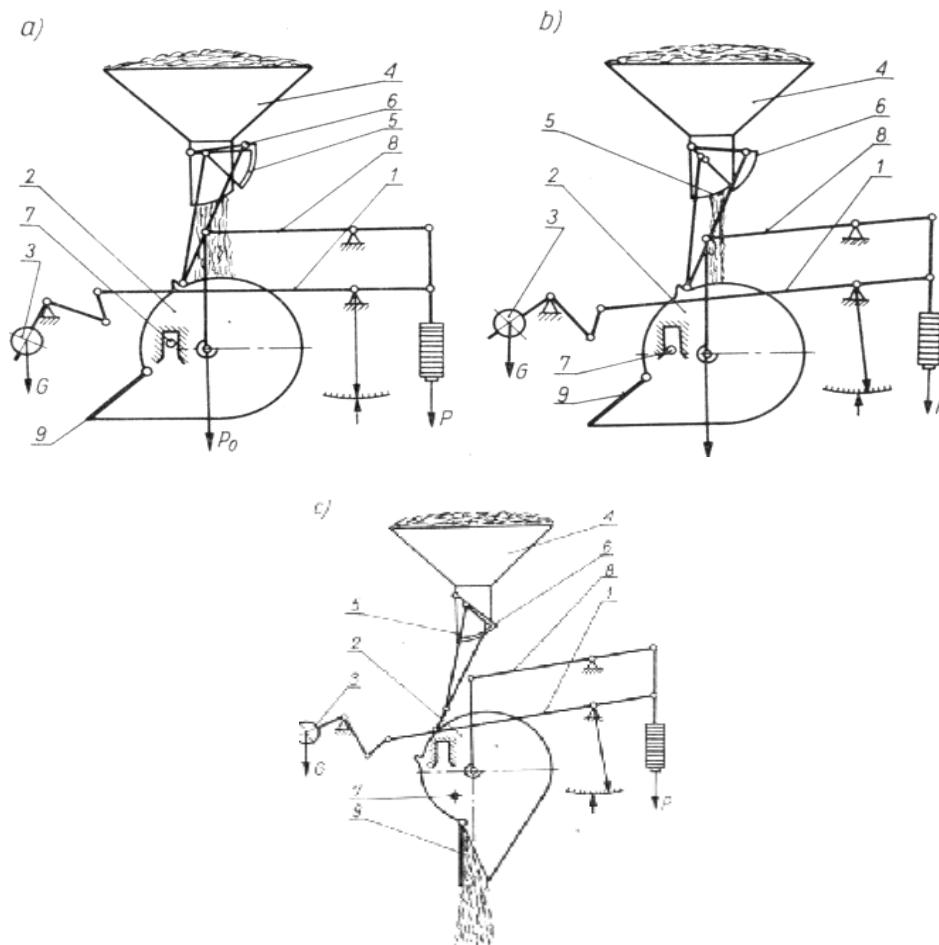


Rys. 8. Taśma wążąca [5, s. 34]

Waga automatyczna

Waga automatyczna [rys. 9] służy do odważania pojedynczych porcji materiału. Zbiornik wagi opróżnia się samoczynnie z chwilą napełnienia odpowiednią ilością materiału.

Jeżeli urządzenia mielące i mieszające działają okresowo, surowce odważa się na wagach dziesiętnych zwykłych, półautomatycznych lub automatycznych.



Rys. 9. Waga automatyczna: a) początek napełniania – kosz pusty, b) koniec napełniania – zamykanie lejka zasypowego wagi, c) opróżnianie kosza i zamknięcie lejka: 1 – układ dźwigni, 2 – kosz, 3 – przeciwwaga, 4 – zasobnik, 5, 6 – zasuw, 7 – sworzeń, 8 – dźwignia, 9 – pokrywa [5, s. 33]

Przepisy bhp, ppoż. w trakcie pracy urządzeń do przygotowywania surowców i mas

Urządzenia do dozowania i zasilania zwłaszcza surowcami sypkimi, suchymi wymagają stosowania urządzeń odpylających.

Obsługa – pracownicy powinni stosować ochronę dróg oddechowych.

Stosuje się także materiały wydające podczas pracy mniejszy hałas, np. zastępuje się w młynach rurowych, wykładziny stalowe płytami gumowymi.

4.2.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do ćwiczeń.

1. W jaki celu stosuje się urządzenia dozujące i zasilające?
2. Jak można podzielić urządzenia dozujące i zasilające?
3. Jakie warunki należy spełnić dozując objętościowo?
4. Którym zasilaczem można dozować równocześnie dwa i więcej surowców?
5. Jakie urządzenia stosuje się do dozowania wagowego?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Zaplanuj dozowanie surowca w kawałkach o max średnicy 50 mm, podajnikiem stalowo-taśmowym, i wydajności na poziomie 5,5 tony/godz. surowca.

Tabela do ćwiczenia 1 Teoretyczne wydajności podajnika stalowo-taśmowego

Podajnik stalowo-taśmowy	Prędkość przesuwu taśmy m/min	Wydajność podajnika t/h
Typ A	0,08	1,03
Typ B	0,40	3,4
Typ C	0,70	5,6
Typ D	1,36	7,6

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zapoznać się z określonymi treściami z poradnika,
- 2) zebrać wszystkie informacje o podajniku,
- 3) określić jakie parametry są ważne w pracy tego urządzenia,
- 4) zebrać niezbędne dane liczbowe,
- 5) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- notatnik,
- tabelka do ćwiczenia 1.

Ćwiczenie 2

Odważ 25 kg piasku na wadze dziesiętnej z dokładnością 0,1 kg – po zapoznaniu się z instrukcją obsługi wagi.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zapoznać się z dostępnymi wagami,
- 2) zapoznać się z instrukcjami obsługi tych wag,
- 3) wykonać ćwiczenie zgodnie z przepisami bhp,
- 4) wybrać wagę spełniającą wymagania określone w ćwiczeniu,
- 5) dobrać środki ochrony osobistej,
- 6) odważyć 25 kg piasku z dokładnością 0,1 kg,
- 7) zaprezentować wykonanie ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- wagi (co najmniej 2 sztuki),
- instrukcje obsługi wag,
- piasek kwarcowy co najmniej 25 kg,
- pojemnik,
- łopatką,
- środki ochrony osobistej.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) podać zalety i wady urządzeń dozujących objętościowo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) dobrać właściwe urządzenie dozujące przy określonych warunkach?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wyjaśnić, do czego służą zasilacze skrzyniowe?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wyjaśnić, zasadę pracy taśmy ważącej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) ważyć surowce na wagach dziesiętnych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3. Urządzenia do rozdrabniania surowców

4.3.1. Materiał nauczania

Wiadomości wstępne

Surowce ceramiczne stosowane w technologii wytwarzania wyrobów ceramicznych w większości przypadków są pozyskiwane na drodze wydobywania systemem odkrywkowym. Do zakładu produkcyjnego są dostarczane w stanie po wydobyciu, (różnej wielkości kawałki, ziarna) częściowo uszlachetnione (oczyszczone, wzbogacone, rozdrobnione – o określonym uziarnieniu) lub w stanie wypalonym lub spieczonym (klinkiery). Takie surowce wymagają właściwego przygotowania (rozdrobnienia) do produkcji określonych wyrobów ceramicznych.

O wyborze metody rozdrabniania decydują właściwości fizyczne surowców, a przede wszystkim ich:

- twardość,
- wytrzymałość na ściskanie,
- zawartość wilgoci.

Tabela 2. Podział surowców ceramicznych ze względu na twardość [źródło]

Surowiec wg twardości	Wytrzymałość na ściskanie w kPa	Nazwa surowca
Miękkie	do 10 000	Gлина surowa (wysuszona), talk, gips, wapień
Średnio twarde	10 000÷50 000	Apatyt, margle, materiały wypalane budowlane
Twarde	powyżej 50 000	Kwarcyt, korund, klinkiery, palonka wysokoglinowa, skalenie

W procesie rozdrabniania ważne są wymiary ziaren materiału surowego. W praktyce rodzaje rozdrabniania – w zależności od wielkości ziaren – przyjęto określać stopniami rozdrobnienia. Kryterium podziału metod i typów maszyn do rozdrabniania zależy od danych zawartych w tabeli 3.

Tabela 3. Rodzaje rozdrabniania i odpowiednio stopnie rozdrobnienia [źródło]

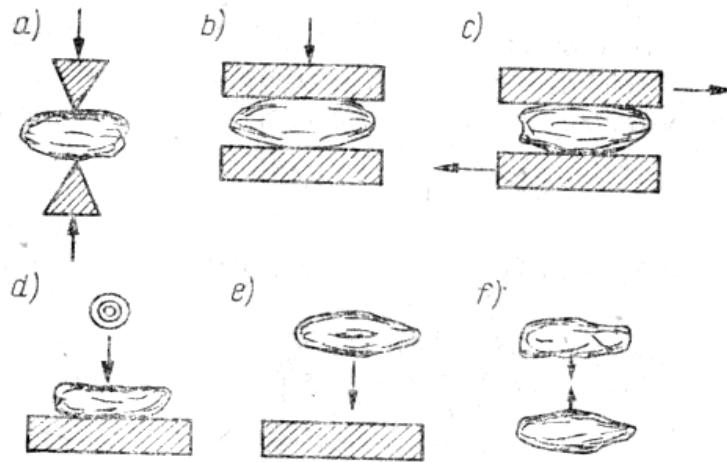
Rodzaj rozdrabniania	Stopień rozdrobnienia	Wielkość ziaren uzyskiwanych w czasie rozdrabniania w mm
Grube	I	powyżej 100
Średnie	II	10÷100
Drobne	III	1÷10
Mielenie	IV	poniżej 1

Metody rozdrabniania

Rozdrabnianie może być spowodowane mechanicznym działaniem sił na materiał lub następować w wyniku wzajemnego uderzania i tarcia spowodowanego energią kinetyczną jego cząstek. Rozdrabnianie może odbywać się kilkoma metodami, a w szczególności przez:

- ścinanie (rozłupywanie), przebiegające pod działaniem sił wywierających na materiał przez narzędzia w kształcie klina lub stożka (rys. 10a),
- miażdżenie (ściskanie), podczas którego kawałki surowca są zgniatanie między dwiema zbliżającymi się do siebie powierzchniami elementów roboczych maszyny (rys. 10b),
- ścieranie podczas którego na kawałki materiału działają powierzchnie robocze przesuwające się względem siebie (rys. 10c),
- uderzanie ciałem twardym w kawałki surowca, znajdujące się na płaskiej nieruchomej powierzchni roboczej (rys. 10d),

- e) uderzanie pędzących z dużą prędkością kawałków surowca w powierzchnie robocze (rys. 10e),
- f) wzajemne uderzanie o siebie kawałków (ziaren) surowca poruszającego się z dużą prędkością (rys. 10f).



Rys. 10. Metody rozdrabniania [6, s. 49]

O wyborze metody rozdrabniania decyduje wielkość kawałków surowca wprowadzonego do maszyny (nadawy) i ziaren surowca rozdrobnionego (produktu) opuszczającego daną maszynę. Zależność tę ujmuje stopień rozdrobnienia, wyrażany wzorem:

$$n = d / d_1$$

gdzie: n – możliwy stopień rozdrobnienia,
 d – średni wymiar średnicy kawałków (ziaren) nadawy,
 d_1 – średni wymiar średnicy kawałków (ziaren) produktu.

Znajomość wielkości n i d_1 dla danego urządzenia określa dopuszczalną wielkość kawałków nadawy.

Sposób rozdrabniania

Proces rozdrabniania można prowadzić:

- w układzie otwartym,
- w układzie zamkniętym.

Podczas rozdrabniania w układzie otwartym surowiec przepływa przez urządzenie tylko raz i produkt nie wraca do urządzenia. W układzie zamkniętym produkt po odsianiu ziaren o wymaganej średnicy wraca w postaci nadziarna ponownie do urządzenia rozdrabniającego.

Etapy rozdrabniania

Ze względu na stopniowe rozdrabnianie surowców, czyli przejście od dużych kawałków poprzez średnie, do całkowitego rozdrobnienia na poziomie 1mm – wyróżnia się trzy etapy tego procesu:

- rozdrabnianie wstępne,
- rozdrabnianie wtórne,
- mielenie.

Klasyfikacja maszyn i urządzeń rozdrabniających

Ze względu na wymiary ziaren produktu, otrzymywanych w wyniku rozdrabniania, urządzenia te można podzielić na:

- 1) urządzenia do rozdrabniania grubych i średnich brył,
- 2) urządzenia do drobnego mielenia.

Duże bryły ($6 \div 100$ cm) poddaje się rozkruszaniu na kawałki średnie, które można dalej rozdrabniać na mniejsze ziarna. Tego rodzaju wstępne kruszenie dokonuje się w kruszarkach: szczękowych, stożkowych lub walcowych.

Rozdrabnianie brył o średnicy $3 \div 6$ cm na ziarna o średnicy $0,5 \div 10$ mm, wraz z domieszką mączki, dokonuje się w młynach walcowych i gniotownikach.

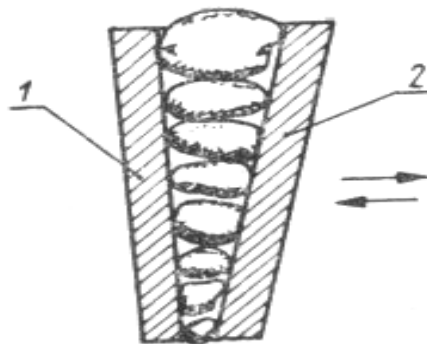
Mielenie surowców o uziarnieniu $0,5 \div 1$ cm na mączkę odbywa się w młynach kulowych, rurowych i koloidalnych

Maszyny stosowane do przygotowania surowców nieplastycznych

Kruszarki szczękowe (łamacze szczękowe)

Kruszarki szczękowe, są w przemyśle ceramicznym powszechnie stosowane do wstępnego rozdrabniania, materiałów twardych i średnio twardych. Schemat działania kruszarki szczękowej ilustruje rys. 11, a rys. 12 schemat kruszarki. Elementami roboczymi kruszarki są szczęki: nieruchoma i ruchoma.

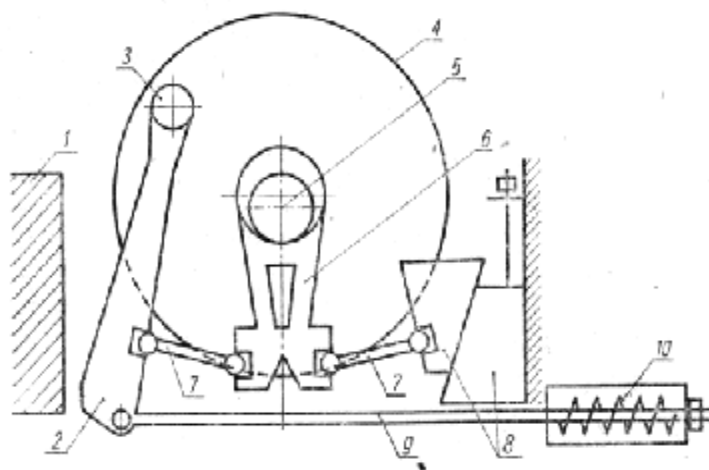
Materiał rozdrabniany jest na zasadzie ściskania i częściowo ścinania. Zasypywany jest do komory roboczej pomiędzy szczęki – nieruchomą i ruchomą. Szczęka ruchoma zamocowana jest w przegubie i porusza się ruchem wahadłowym. Ruch obrotowy z silnika przekazywany jest na koło zamachowe i dalej za pomocą mimośrodów ruch obrotowy zmieniony jest na posuwisto-zwrotny ruch łącznika. W łączniku przegubowo zamocowane są dwie rozpory, które wprowadzają w ruch wahadłowy szczękę ruchomą. Regulacja wielkości rozdrabnianego materiału odbywa się za pomocą klinów nastawczych. Ruch powrotny szczęce ruchomej nadaje pręt pociągający ze sprężyną. Wydajność kruszarek jest bardzo duża i zróżnicowana od $4 \div 35$ m³/godz.



Rys. 11. Schemat działania kruszarki szczękowej: 1 – szczęka nieruchoma, 2 – szczęka ruchoma [6, s. 51]

Zaletami kruszarek szczękowych są: prosta budowa, umożliwiająca łatwą obsługę i konserwację oraz wymianę części ścierających się, łatwa regulacja szczeliny wylotowej, duża wydajność, otrzymywanie ziaren o ostrych krawędziach, co ma znaczenie w produkcji wyrobów ogniotrwałych.

Wadami kruszarek szczękowych są: nierównomierna praca, duże wstrząsy w czasie kruszenia, łatwość zasklepienia szczeliny w przypadku większych ilości domieszek plastycznych i wilgotnych w rozdrabnianym materiale.

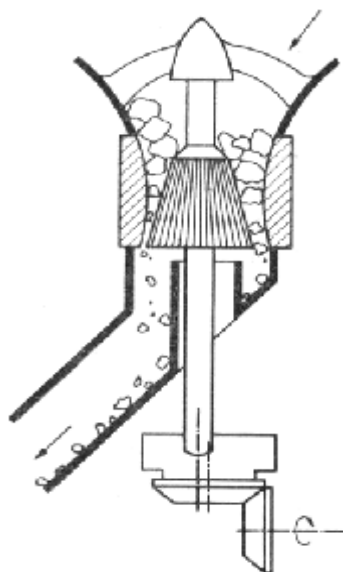


Rys. 12. Schemat kruszarki szczękowej: 1 – szczęka nieruchoma, 2 – szczęka ruchoma, 3 – przegub, 4 – koło zamachowe, 5 – mimośród, 6 – łącznik, 7 – rozpor, 8 – kliny nastawcze, 9 – pręt pociągający, 10 – sprężyna [1, s. 129]

Kruszarki stożkowe

Wstępne rozdrabnianie surowców twardych można prowadzić w kruszarkach stożkowych. Rozdrabnianie odbywa się między powierzchniami dwóch stożków, z których zewnętrzny jest nieruchomy, a wewnętrzny – wykonuje ruch obrotowy – rys. 13.

Kruszarki te charakteryzują się wydajnością $5\div 45 \text{ m}^3/\text{godz}$.



Rys. 13. Schemat kruszarki stożkowej [5, s. 27]

Zaletami kruszarek stożkowych są: ciągłość procesu rozdrabniania, a w związku z tym równomierna i spokojna, niewywołująca drgań praca, stosunkowo małe zużycie mocy na 1 tonę rozdrabnianego materiału, duża wydajność, stosunkowo małe wymiary zewnętrzne.

Wadami kruszarek stożkowych są: skomplikowana budowa, trudna obsługa, skomplikowany układ smarowniczy, trudna regulacja szczeliny wylotowej, szybkie zużywanie się części roboczych, łatwość zasklepienia szczeliny wylotowej, podczas rozdrabniania materiałów zawierających surowce plastyczne i wilgotne.

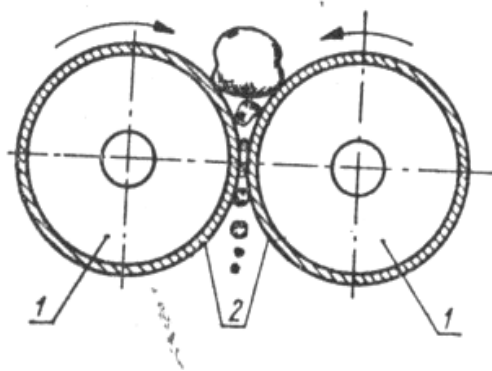
Kruszarki walcowe (walce)

Kruszarki walcowe stosowane w przemyśle ceramicznym szeroko są stosowane w procesie technologicznym produkcji wyrobów budowlanych. Ze względu na zastosowanie kruszarki dzieli się na dwie grupy:

- grubszego rozdrabniania,
- drobnego rozdrabniania.

Ze względu na ukształtowanie powierzchni walców kruszarki dzieli się na: gładkie, zębate, rowkowane (eliminacyjne).

Do grubego rozdrabniania zbrylonych twardych glin i łupków stosuje się walce zębate. Rozkruszony w nich surowiec kieruje się do walców gładkich, gdzie ulega dalszemu rozkruszeniu. Szerokość szczeliny walców gładkich wynosi 1,5÷3,0 mm, walców precyzyjnych 0,5÷1,5 mm. Walce gładkie obracają się z jednakową prędkością obwodową. Do glin mokrych stosuje się urządzenia o zróżnicowanej prędkości walców. Dzięki różnej prędkości obwodowej obu walców następuje w nich miażdżenie bryłek gliny i częściowe rozcieranie masy. Budowa kruszarki walcowej jest bardzo prosta. Głównymi jej elementami są dwa walce i rama. Walce obracają się przeciwnie, w kierunku do siebie, chwytają spadający materiał i kruszą go na ziarna wielkości szczeliny między nimi. Zasadę działania przedstawia rysunek 14.



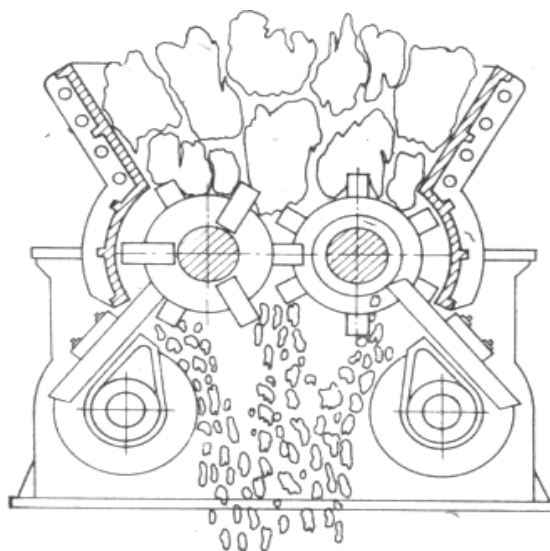
Rys. 14. Zasada działania kruszarki walcowej: 1 – walec, 2 – blacha [6, s. 55]

Strumień nadawy powinien być rozłożony na całej długości szczeliny. Chroni to walce przed nierównomiernym ścieraniem powierzchni roboczych, powodującym zwiększenie szerokości szczeliny. Rozdrobniony materiał często przykleja się do walców. Do czyszczenia powierzchni roboczych walców stosuje się skrobaki, które montuje się pod walcami.

Do rozdrabniania glin zawierających twarde okruchy skalne większej średnicy używa się walców eliminacyjnych (wydzielających), które nie mają powierzchni gładkiej, lecz pokrytą spiralnymi rowkami.

Walce zębate tym różnią się od gładkich, że składają się z tarcz z osadzonymi na nich zębami, zaklinowanymi na wale. Jeden z wałów ma czterokrotnie większą prędkość obrotową niż drugi. W czasie pracy zęby jednego walca wchodzą w odstępy między drugim walca. Działanie maszyny polega na tym, że walec wolno obracający się wciąga materiał, a szybko obracający się kruszy go i rozciera.

Porównanie techniczne kruszarek walcowych zebrano w tabeli 4.



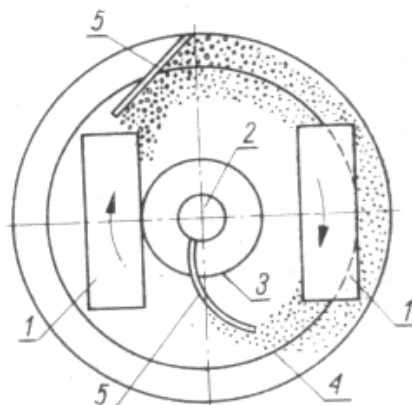
Rys. 15. Walce zębate [7, s. 118]

Tabela. 4. Charakterystyka techniczna kruszarek walcowych [3, s. 76]

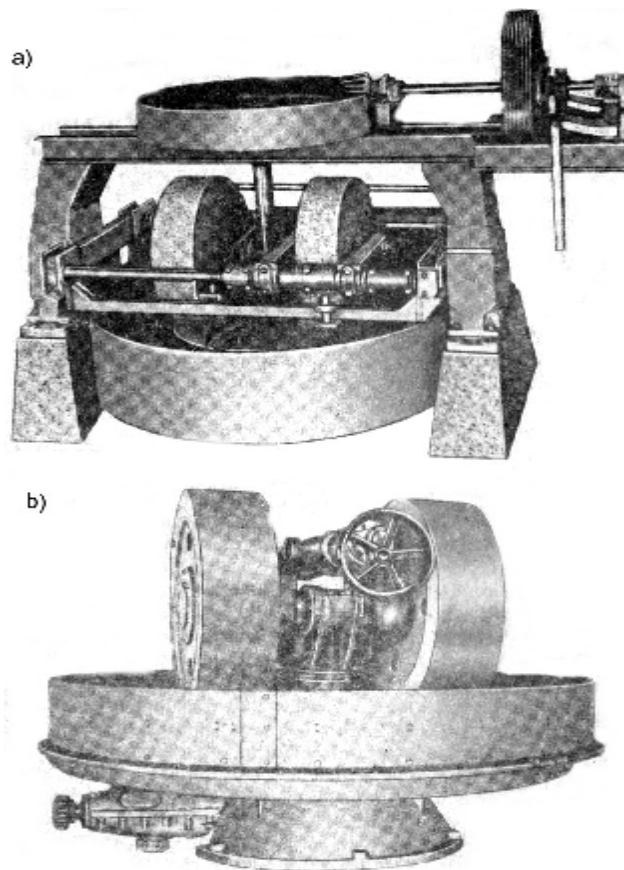
Rodzaj walców kruszarki	Wymiary walców mm	Wydajność m ³ /h	Szerokość szczeliny mm	Moc silnika kW	Masa maszyny kg	Wymiary gabarytowe maszyny mm
Gładkie szybkobieżne	800*500	1,7÷10,5	0-6	10	5060	2180*1850*1055
Rowkowe eliminacyjne	600	14	5÷10	20	2260	1700*1770*1400
Zębate	600*500	7÷22	20÷40	9,5	6200	

Gniotowniki

Gniotowniki służą do rozdrabniania surowców przez ściskanie i ścieranie oraz do równoczesnego mieszania składników masy. We wszystkich typach gniotowników występują następujące główne elementy: masywna misa stalowa, jedno lub dwa ciężkie koła gniotące i pionowy wał [3]. Ze względu na różnorodność rozwiązań konstrukcyjnych można wyróżnić gniotowniki z obrotową misą i stojącymi kołami gniotącymi oraz ze stojącą misą i obracającymi się kołami gniotącymi, a także gniotowniki z napędem górnym lub dolnym [rys. 17]. Ze względu na rodzaj pracy rozróżnia się gniotowniki mokrego i suchego przemiału, a ze względu na ciągłość pracy – okresowego i ciągłego działania.



Rys. 16. Schemat pracy gniotownika: 1 – koła gniotące, 2 – wał pionowy, 3, 4 – okręgi powierzchni rozgniatania, 5 – zgarniacze [4, s. 69]



Rys. 17. Gniotowniki: a) z napędem górnym, b) z napędem dolnym [4, s. 68]

Gniotownik ciągłego działania ma misę wykonaną w części z płyt perforowanych. Koła gniotące rozgniatają swym ciężarem przerabiany materiał. W gniotowniku następuje rozdrobnienie surowców twardych (do ziaren wielkości poniżej 3 mm) i dokładne wymieszanie materiałów schudzających z gliną. Można także tu dowilżać masę do potrzebnej wilgotności. Gniotowniki uważa się za jedne z najlepszych używanych maszyn do przerobu mas. Uzyskuje się z nich masę dobrze wymieszaną, rozdrobnioną i przegniecioną, co zwiększa jej plastyczność i nadaje dobre właściwości formiercze.

Schemat pracy gniotownika przedstawiono na rysunku 16. Koła gniotące są zamocowane w różnej odległości od wału pionowego, wskutek czego każde z nich zatacza koło innej średnicy, a powierzchnia rozgniatań jest równa sumie powierzchni torów obu biegunów. Do tego samego wału zamocowane są dwa zgarniacze. Zazwyczaj jedno koło przebiega po torze pełnym, drugie – po perforowanym. Materiał, który dostaje się pod koło dalsze od osi wału pionowego, poruszające się po torze pełnym, zostaje tu zmiażdżony i częściowo rozarty. Zgarniacz posuwa materiał rozdrobniony pod drugie koło, bliżej wału pionowego, które go rozciera i przegniata przez otwory perforowanej części misy.

Intensywność rozcierania materiału zależy od szerokości koła i jego odległości od osi obrotu. Im koło jest szersze i znajduje się bliżej osi obrotu, tym rozcieranie przebiega intensywniej. Jeżeli koło jest dalej od osi obrotu, rozcieranie jest znikome i koło tylko rozkrusza materiał.

Kruszarki młotkowe

W kruszarkach młotkowych wykorzystuje się podczas kruszenia własności struktury materiału. Ciała stałe wskutek uderzenia lub odbicia (udaru) ulegają łatwo rozdrobnieniu. Więc w urządzeniach tych elementem rozdrabniającym nadaje się dużą prędkość obrotową lub też rozdrobniony materiał wprawia się w ruch wirowy ze znaczną prędkością.

Maszyny stosowane do rozdrabniania surowców plastycznych

Strugarki

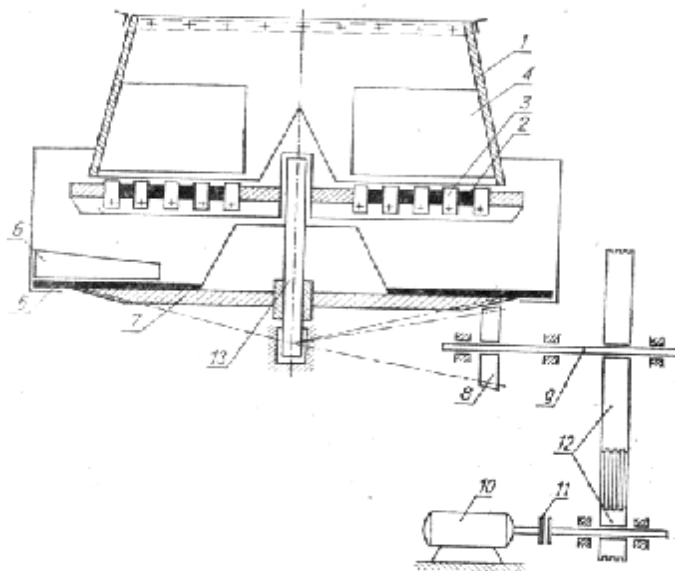
Do wstępnego rozdrabniania surowców plastycznych (gliny i kaoliny) stosuje się strugarki. Strugarki rozdrabniają surowce wilgotne i suche, a nawet zamrożone. Nie wymagają dodatkowych urządzeń do ciągłego i systematycznego zasilania.

Ze względu na położenie tarczy z nożami strugającymi rozróżnia się strugacze poziome i pionowe.

Strugarka z tarczą poziomą (rys. 18) rozdrabnia surowiec głównie na zasadzie ścinania.

Zbudowana jest z metalowego zbiornika w kształcie stożka ściętego, do którego dostarcza się materiał przeznaczony do rozdrabniania. Zbiornik pozwala na stosowanie zasilania okresowego lub ciągłego. Dno zbiornika stanowi tarcza obrotowa z rozmieszczonymi promieniście nożami. Za pomocą specjalnych zastawek umieszczonych pod kątem materiał jest dociskany do tarczy obrotowej i nożami strugany na drobne kawałki. Zastawki jednocześnie zapobiegają obracaniu się materiału wraz z tarczą. Materiał przedostaje się otworami pod nożami na dolną tarczę obrotową, skąd zagarniaczem zostaje zepchnięty wąskim strumieniem na środki transportowe. Tarcza spełnia rolę talerza zbiorczego. Tarcza obrotowa stanowi całość z dużym zębatym kołem stożkowym, które otrzymuje napęd od małego stożkowego koła zębatego zaklinowanego na wale. Napęd od silnika elektrycznego przenoszony jest na wał poprzez sprzęgło i przekładnię na paski klinowe. Tarcze obracają się z tą samą prędkością, gdyż zaklinowane są na wspólnym wale pionowym. Średnica tarcz dochodzi do 2000 mm, obroty 15÷30 obr./min. Wydajność dochodzi do 15 m³/godz.

Strugarki z tarczą pionową działają na podobnej zasadzie. Dociskanie materiału do pionowej tarczy odbywa się za pomocą specjalnego walca zasilającego. Obroty tarcz w tych strugarkach są znacznie większe i dochodzą do 500 obr./min.

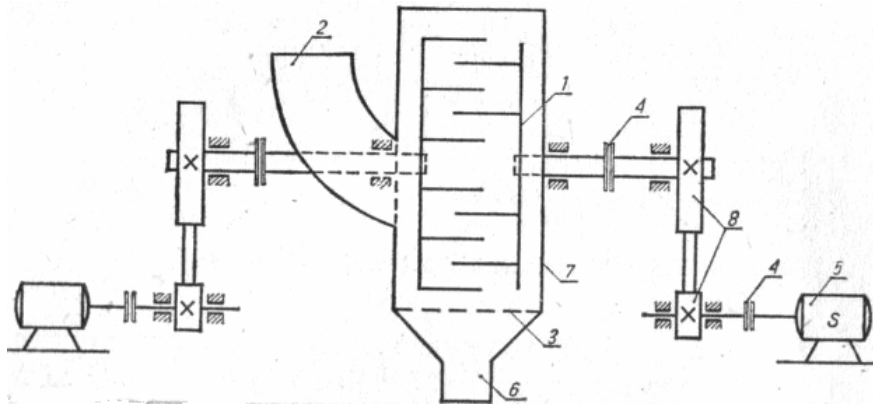


Rys. 18. Schemat strugarki z tarczą poziomą: 1 – zbiornik, 2 – tarcza obrotowa, 3 – noże, 4 – zastawki, 5 – dolna tarcza obrotowa, 6 – zagarniacz, 7 – zębate koło stożkowe, 8 – małe koło zębate, 9 – wał, 10 – silnik, 11 – sprzęgło, 12 – paski klinowe, 13 – wspólny wał pionowy [1, s. 125]

Wadą strugaczy jest konieczność stałego przestrzegania wypełnienia zbiornika. Przy niepełnym zbiorniku występuje zjawisko obracania się surowca z tarczą, co obniża wydajność urządzenia.

Kruszarka prętowa (dezintegrator)

Kruszarka służy do mielenia surowców plastycznych na ziarna o średnicy poniżej 1 mm. Warunek glina musi być wysuszona. Kruszarka prętowa (rys. 19) zbudowana jest z komory roboczej z obracającymi się dwiema tarczami z prętami umieszczonymi na przemian względem siebie. Materiał dostarczany jest do komory poprzez lej zasypowy i rozdrabnia się w komorze tak długo, aż poszczególne ziarna przejdą przez sito wymienne i lejem zostaną odprowadzone. Sito wymienia się zależnie od żądanej wielkości materiału po rozdrobnieniu. Tarcze kruszarki prętowej, obracają się w przeciwnych kierunkach z szybkością 600÷900 obr./min. Napęd na tarcze przekazywany jest od dwóch niezależnych silników elektrycznych poprzez sprzęgła i przekładnie na paski klinowe. Zużycie mocy zależy od wielkości kruszarki. Wydajność jest także zróżnicowana, zależy od wielkości maszyny, i wynosi od 0,5÷10 t/godz.



Rys. 19. Schemat kruszarki prętowej: 1 – tarcze z prętami, 2 – lej zasypowy, 3 – sito wymienne, 4 – sprzęgło, 5 – silnik, 6 – lej odprowadzający, 7 – komora robocza, 8 – paski klinowe [1, s. 128]

Produkowane są także dismembratory. Mają one jedną tarczę obrotową, a druga jest stała.

Mielenie surowców ceramicznych

Proces mielenia jest realizowany w młynach kulowych – jest to trzeci etap rozdrabniania surowców. Młyny kulowe stosowane są do przemiału średniego i bardzo drobnego, poniżej 0,1 mm. Używa się ich do suchego i mokrego rozdrabniania.

Różnorodność typów i konstrukcji tych urządzeń utrudnia dokonanie ich podziału.

Klasyfikacja urządzeń do mielenia:

Ze względu na zasadę działania dzieli się je na młyny:

- o działaniu ciągłym,
- o działaniu okresowym, zwane też bębnowymi.

W młynach kulowych o działaniu ciągłym proces mielenia odbywa się przy ciągłym napełnianiu młyna mielonym materiałem i ciągłym odbieraniu zmielonego materiału.

W młynach o działaniu okresowym, zmieleniu musi ulec cały ładunek i dopiero wówczas materiał jest odprowadzony na zewnątrz.

Proces mielenia może odbywać się w cyklu:

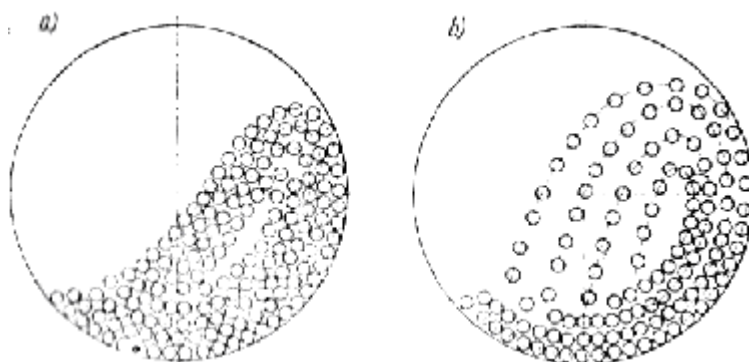
- otwartym,
- zamkniętym.

Przy cyklu otwartym materiał o określonym stopniu zmielenia zostaje odprowadzony z młyna. Przy cyklu zamkniętym mielony materiał przechodzi przez sito lub inne urządzenie rozdzielające mlewo, które umieszczone jest poza obrębem młyna. Mlewo o uziarnieniu większym od wymaganego wraca ponownie do młyna z urządzeń rozdzielających.

Zasady działania młyna kulowego są następujące: 1) w przestrzeni roboczej młyna znajduje się określona ilość mielników w kształcie kul lub małych walców stalowych (cylpepsów) lub żeliwnych, oraz materiał przeznaczony do mielenia, 2) podczas mielenia na mokro przestrzeń wypełnia dodatkowo woda czysta lub z elektrolitami, 3) po wprowadzeniu bębna młyna w ruch obrotowy rozpoczyna się ścieranie i rozbijanie mielnikami mielonego materiału.

Warunkiem skutecznego rozdrabniania jest wartość prędkości obrotowej młyna oraz całkowity ciężar mielników w młynie. Jeżeli siła odśrodkowa obracającego się młyna jest równa ciężarowi mielników, wówczas mielniki będą przylegać do wewnętrznej ściany młyna i obracać się razem z nim. Ustaje wówczas proces mielenia. Wartość siły odśrodkowej obliczany jest przez technologów-inżynierów.

Gdy młyn obraca się wolno, wówczas mielniki unoszą się do pewnej wysokości, a następnie zsuwają się z powrotem w dół (rys. 20a). W tym przypadku materiał będzie tak ścierany, że ziarna mielonego materiału uzyskają kształt kulek. Opisany ruch mielników nazywa się kaskadowym.



Rys. 20. Zasada pracy mielników w młynie: a) ruch kaskadowy, b) ruch w punkcie krytycznym [6, s. 69]

Gdy nastąpi zwiększenie prędkości obrotowej młyna, mielniki są unoszone jeszcze wyżej, do punktu krytycznego, skąd spadają w dół i rozbijają mielony materiał. Ziarna mlewa będą miały ostre krawędzie (rys. 20b).

Wielkość i ilość mielników w młynie kulowych dobiera się odpowiednio do średnicy wewnętrznej bębna i wymaganego stopnia rozdrobnienia. Objętość mielników powinna stanowić 30÷40% roboczej objętości młyna. Prezentuje to zestawienie z tabeli 5.

Tabela. 5. Dobór ilości kul od średnicy bębna [5]

Średnica wewnętrzna młyna w mm	800	1900	2000	2260
Masa kul w kg	150	700÷800	1100	1400

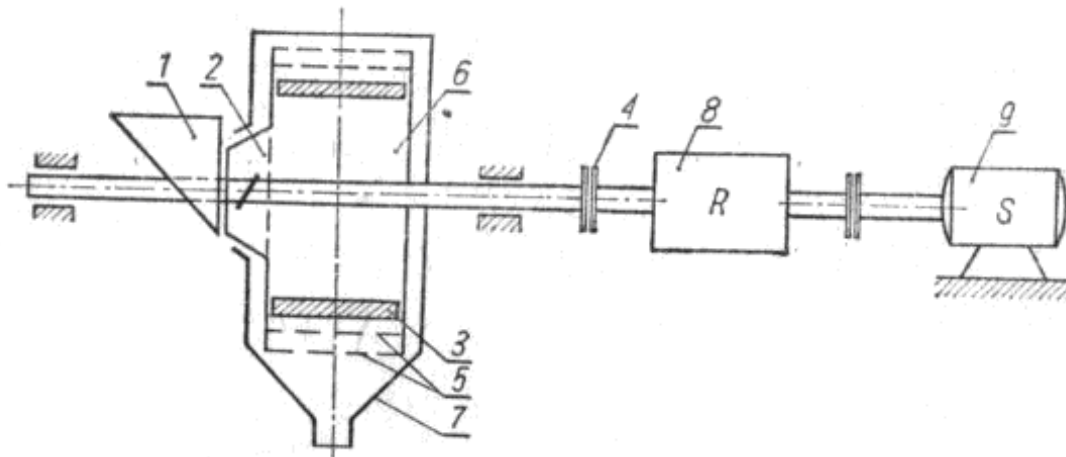
Młyny kulowe do mielenia na sucho

Do mielenia na sucho służą młyny kulowe: kaskadowe (sitowe), stożkowe i rurowe.

Młyn kulowy sitowy

Schemat młyna przedstawia rysunek 21. Materiał do środka bębna dostarczany jest w czasie pracy młyna przez lej zasypowy i czop drażony. Rozdrabnianie materiału odbywa się na płytach z otworami ułożonymi w sposób łuskowy. Po przedostaniu się otworami w płytach na sita materiał zostaje przesiany, jeżeli jest już odpowiednio rozdrobniony, wydostaje się lejem odprowadzającym na zewnątrz. Nadziarno wraca szczelinami między płytami do komory i zostaje ponownie rozdrobnione. Napęd bęben otrzymuje od silnika elektrycznego poprzez reduktor i sprzęgła. Płyty wykonane są z twardej stali odpornej

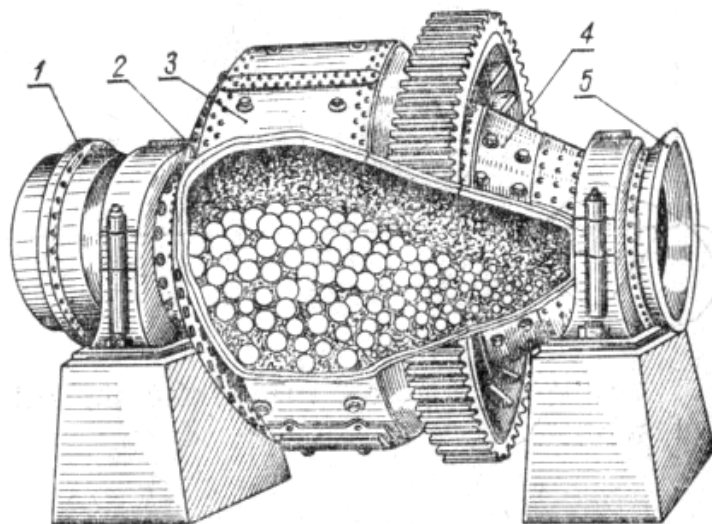
na ścieranie z dodatkiem 11÷14% manganu. Wydajność młynów sitowych zależy od wielkości oraz typu i wynosi od 0,4÷8 ton/godz. Wielkość materiału podawana do młyna do rozdrobnienia może wynosić 50÷250 mm.



Rys. 21. Schemat młyna kulowego sitowego: 1 – lej zasypowy, 2 – czop drażony, 3 – płyty z otworami, 4 – sprzęgło, 5 – sita, 6 – bęben obrotowy, 7 – lej odprowadzający, 8 – reduktor, 9 – silnik [1, s. 130]

Młyn kulowy stożkowy

Młyn zbudowany jest z dennicy stalowej, jako przestrzeni roboczej, w której wyróżniamy część cylindryczną i część stożkową. W czopie dennicy znajduje się otwór zasilający młyn nadawą, a w czopie części stożkowej – lej odprowadzający mlewo. Kształt bębna został opracowany dla optymalnych warunków mielenia. Stwierdza się, że podczas mielenia kule o większych średnicach zbierają się w części cylindrycznej, a mniejsze w stożkowej. Dzięki temu grube cząstki materiału wprowadzane do młyna podawaczem są rozbijane cięższymi kulami, a rozmielanie drobniejszych cząstek ma miejsce w części stożkowej, gdzie są mniejsze kule. Młyn wykonany jest z grubej blachy stalowej wyłożonej wewnątrz płytami stalowymi.



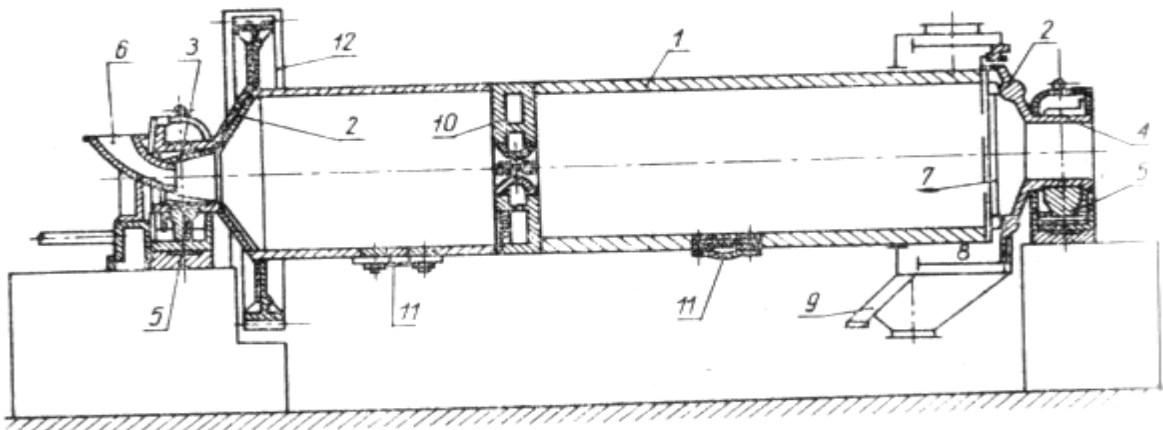
Rys. 22. Młyn kulowy stożkowy: 1 – podawacz, 2 – dennica stalowa, 3 – część cylindryczna, 4 – część stożkowa, 5 – lej odprowadzający [6, s. 72]

Młyny rurowe

Młyny rurowe pracują na tej samej zasadzie, co pozostałe młyny kulowe, z tym, że rozdrabnianie odbywa się w nich w większym stopniu przez ścieranie niż uderzania. Różnią się też kształtem zewnętrznym i długością bębna mielącego. Długość młynów rurowych jest kilkakrotnie większa od średnicy młyna. Surowiec od miejsca załadunku do miejsca wyładunku (przeciwny koniec młyna) – ulega całkowitemu wymaganemu zmieleniu.

Ze względu na podział przestrzeni roboczej wyróżnia się młyny rurowe jednokomorowe, wielokomorowe. W młynach wielokomorowych wewnątrz bębna jest przegrodzone jedną lub kilkoma ściankami sitowymi. Przestrzenie powstałe nazywa się komorami. Komory są wypełnione mielnikami (kulami) różnej wielkości. Pierwsza komora zawiera kule największe, a dalsze odpowiednio mniejsze.

Główną częścią młyna kulowego dwukomorowego jest poziomy bęben (rys. 23). Walec wewnątrz może być odpowiednio wyłożony wymiennymi płytami stalowymi, krzemionymi, bazaltowymi. Do obu stron bębna przymocowane są dna, w których znajdują się wydrążone czopy. Czopy osadzone są w łożyskach ślizgowych. Młyn zasilany jest nadawą przez lej umieszczony w czopie. Zmielony materiał przedostaje się przez sito otworami znajdującymi się na obwodzie bębna lub w dnie osłony. W dalszej części tej osłony znajduje się sito oddzielające nadziarno, które z rynny zostaje skierowane ponownie do młyna.



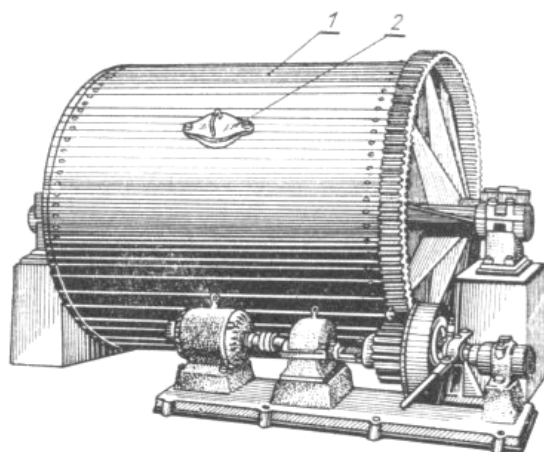
Rys. 23. Młyn kulowy rurowy: 1 – bęben, 2 – dna bębna, 3, 4 – czopy, 5 – łożysko, 6 – lej doprowadzający, 7 – sito, 8 – osłona, 9 – rynna, 10 – przegroda sitowa, 11 – właz, 12 – wieniec zębany [6, s. 74]

W młynach pracujących z separatorem powietrznym odbiór mlewa odbywa się otworem w czopie. Młyn podzielony jest przegrodą sitową na dwie komory. Wymiany płyt w bębnie oraz zmiany kul w młynie dokonuje się włazami. Młyn napędzany jest silnikiem elektrycznym poprzez reduktor i wieniec zębany.

Młyny kulowe do mielenia na mokro

Bardzo dobry przemiał surowców, gdzie 98% mlewa przechodzi przez sito o 10 000 oczkach na cm^2 , uzyskuje się w młynach kulowych przy przemiale na mokro. Młyn do mielenia na mokro (okresowy) przedstawiono na rys. 24.

Młyn składa się z bębna mającego w środku otwór do ładowania surowców i wyładowywania mlewa, zakrywany pokrywą stalową przymocowaną śrubami do płaszcza bębna. W przypadku rozdrabniania na mokro stosuje się uszczelnienie gumą. Po napełnieniu młyna surowcem, zamknięciu pokrywy uruchamia się młyn i utrzymuje się go w ruchu, tak długo póki materiał nie uzyska właściwego uziarnienia. Mielenia trwa kilka godzin: 12, 24, a nawet 48 godz. Pojemność młynów kulowych okresowych wynosi od 50 do 300 kg.



Rys. 24. Młyn kulowy okresowy do mielenia na mokro: 1 – bęben, 2 – otwór do ładowania i wyładowania młyna [1, s. 120]

Młyny pracujące na mokro napełnia się w stosunku 1:1:1 czyli taki sam udział w napełnieniu ma woda, surowiec i mielniki. Wypełnienie młyna nie powinno przekraczać 70÷75 % całkowitej pojemności bębna. Podczas pracy mielniki zużywają się i każdorazowo należy brakującą ilość kul uzupełniać. W młynach przemysłowych stosuje się około 40 % kul o średnicy 80÷120 mm, około 30 % kul o średnicy 40÷80 mm i około 30 % kul o średnicy 20÷40 mm. Uzupełnianie po każdym cyklu mielenia odbywa się kulami największych średnic.

Wykładzina młyna i kule mogą być wykonane ze stali manganowej, z krzemienia lub z porcelany.

Nowoczesne młyny są wyposażone w dodatkowe urządzenia, jak licznik obrotów, automat sterujący zaprogramowaną liczbą obrotów, samoczynny wyłącznik obrotów.

Młyny wibracyjne

Do bardzo drobnego mielenia stosuje się młyny wibracyjne. Stosuje się je do celów specjalnych, dlatego ich pojemność wynosi zwykle około 0,2 m³. Po napełnieniu młyna, surowcem i mielnikami, w wyniku odpowiednich urządzeń, wprawiany jest on w ruch drgający o częstotliwości 1500÷3000 drgań na minutę. Dzięki tym drganiom mielniki rozcierają materiał.

W młynach tych przemiela się surowce na sucho i na mokro. Młyny te mogą pracować w układzie pracy ciągłej lub okresowej. Wydajność jest uzależniona od stopnia rozdrobnienia, na przykład młyn o pojemności 0,2 m³, przy przemiale materiału do 1÷20 μm, może wynosić 2,5÷700 kg.

Przepisy bhp. i ppoż. w trakcie pracy urządzeń do przygotowywania surowców i mas:

Urządzenia do rozdrabniania surowców wymagają bezwzględnie stosowania urządzeń odpylających. Tego typu urządzenia podczas pracy charakteryzują się znaczną hałaśliwością, dlatego obsługa – pracownicy powinni stosować ochronę osobistą w postaci zabezpieczeń przed hałasem oraz powinni dbać i chronić drogi oddechowe.

Stosuje się także materiały wydające podczas pracy mniejszy hałas, na przykład zastępuje się w młynach rurowych, wykładziny stalowe płytami gumowymi.

Części ruchome, wirujące maszyn powinny być osłonięte i zabezpieczone.

4.3.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do ćwiczeń.

1. Jakie właściwości fizyczne surowców decydują o metodzie rozdrabniania?
2. Jakimi metodami można rozdrabniać surowce ceramiczne?
3. Co oznaczają terminy: „nadawa”, „produkt”, „stopień rozdrobnienia”, „mlewo”, „mielniki”?
4. Jakie wyróżniamy etapy rozdrabniania surowców?
5. Jaka maszyna rozdrabnia wstępnie surowce nieplastyczny, a jaka surowiec plastyczny?
6. Jaką rolę pełnią gniotowniki?
7. Jak jest zasada pracy młyna kulowego?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Uzupełnij tabelę, wpisując właściwe urządzenie do rozdrabniania surowców.

Etapy rozdrabniania	Surowiec plastyczny	Surowiec nieplastyczny
Rozdrabnianie wstępne		
Rozdrabnianie wtórne		
Mielenie		

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zapoznać się z określonymi treściami z poradnika,
- 2) przeanalizować etap rozdrabniania wstępnego,
- 3) wpisać urządzenia stosowane na wstępie rozdrabniania,
- 4) przeanalizować etap drugi – wtórne rozdrabnianie,
- 5) wpisać urządzenia stosowane do wtórnego rozdrabniania,
- 6) przeanalizować proces mielenia,
- 7) wpisać urządzenia do mielenia surowców,
- 8) zaprezentować wyniki ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- katalogi urządzeń,
- literatura wskazana przez nauczyciela.

Ćwiczenie 2

Przeprowadź na mokro w młynie kulowym mielenie 5 kg gliny surowej suchej. Stopień zmielenia wg pozostałości na sicie kontrolnym o oczku 0,06 mm powinien wynieść $1 \div 3\%$.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zapoznać się z literaturą wskazaną przez nauczyciela,
- 2) zapoznać się z instrukcją obsługi młyna i wykonać ćwiczenie zgodnie z przepisami bhp,
- 3) przygotować (odważyć) wsad do młyna (surowiec, woda, mielniki) (1:1:1),
- 4) dokonać zasypu młyna,

- 5) wykonać ćwiczenie zgodnie z przepisami bhp i instrukcją stanowiskową,
- 6) mielić glinę – 120 minut lub dłużej,
- 7) przerwać pracę młyna,
- 8) sprawdzić stopień rozdrobnienia gliny,
- 9) pobrać próbkę gliny z młyna,
- 10) skontrolować uziarnienie na sicie kontrolnym 0,06 mm,
- 11) przerwać mielenie (spełnione $1 \div 3\%$),
- 12) opróżnić młyn,
- 13) uporządkować stanowisko,
- 14) zaprezentować wykonane ćwiczenie

Wyposażenie stanowiska pracy:

- młyn kulowy,
- instrukcja stanowiskowa,
- instrukcja obsługi młyna,
- glina,
- waga,
- sito o oczku 0,06 mm,
- czerpak,
- literatura wskazana przez nauczyciela.

Ćwiczenie 3

Rozdrobnij wstępnie kawałki dolomitu (2 kg) do ziaren wielkości 7 mm, przy użyciu laboratoryjnej kruszarki szczękowej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przeczytać określone treści z poradnika,
- 2) zapoznać się z instrukcją obsługi kruszarki szczękowej,
- 3) wykonać ćwiczenie zgodnie z przepisami bhp,
- 4) odważ surowiec do rozdrobnienia,
- 5) sprawdź stan techniczny kruszarki,
- 6) przygotuj kruszarkę do pracy (nastaw otwór wypustowy zgodnie z treścią ćwiczenia),
- 7) rozpocznij kruszenie surowca,
- 8) przerwij kruszenie, gdy rozdrobnisz zadaną porcję materiału,
- 9) uporządkuj stanowisko pracy,
- 10) zaprezentuj wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- waga,
- pojemnik na surowiec,
- kruszarka szczękowa laboratoryjna,
- surowiec, np. dolomit,
- instrukcja obsługi kruszarki.

4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) wymienić etapy rozdrabniania surowców plastycznych i je scharakteryzować?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) wymienić etapy rozdrabniania surowców nieplastycznych i je scharakteryzować?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) dobrać urządzenie do określonego etapu rozdrabniania surowca plastycznego i nieplastycznego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) zastosować gniotowniki?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wyjaśnić, jakie są zasady mielenia w młynach kulowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) wskazać zasady bhp obsługi urządzeń do rozdrabniania surowców?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.4. Wzbogacanie i przesiewanie surowców ceramicznych

4.4.1. Materiał nauczania

Wzbogacanie metodą magnetyczną

Metodę magnetyczną stosuje się w celu usunięcia zanieczyszczeń obniżających jakość produkowanych wyrobów. Dotyczy to głównie związków żelaza oraz metalicznych wtrąceń pochodzących ze ścierania się części roboczych urządzeń produkcyjnych.

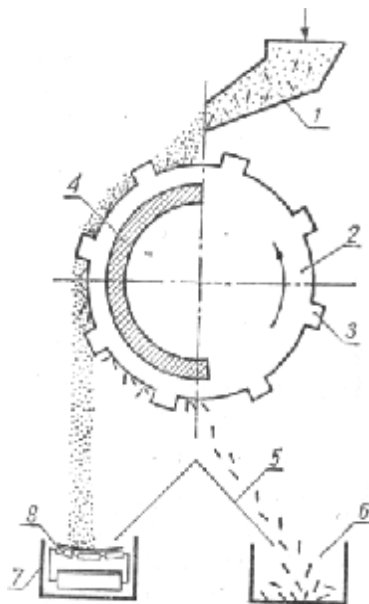
Oddzielanie (separację) wymienionych zanieczyszczeń przeprowadza się magnesami, które wychwytyją magnetyczne zanieczyszczenia. Stosuje się różne rozwiązania konstrukcyjne w zależności od rodzaju surowca.

Urządzenia do separacji materiałów sypkich

Do separacji magnetycznej materiałów sypkich stosuje się bębny elektromagnetyczne i elektromagnesy tarczowe.

1. Bębnowy separator elektromagnetyczny

To przykład urządzenia do oczyszczania surowców sypkich, na przykład piasku kwarcowego stosowanego do przygotowania mas półporcelanowych i fajansowych. [rys. 25]



Rys. 25. Schemat budowy i działania separatora elektromagnetycznego [1, s. 73]

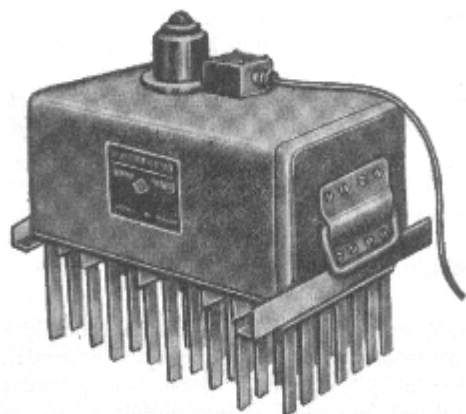
Surowiec podawany jest do urządzenia za pomocą zasilacza wibracyjnego i spada na obracający się bęben. Do płaszczyzny bębna przymocowane są wzdłużne listwy, które zabezpieczają piasek przed zbyt szybkim zsuwaniem się po pobocznicy bębna. Wewnątrz bębna po jednej stronie umocowany jest na stałe półkolisty elektromagnes, który wytwarza w tej części bębna odpowiednie pole magnetyczne. Części metaliczne (zanieczyszczenia), wskutek działania pola magnetycznego, „przytrzymywane” są przez płaszcz bębna tak długo, dopóki znajdują się w zasięgu pola przyciągania. Po wyjściu z zasięgu działania pola magnetycznego odpadają od bębna i po ścianie rozdzielczej wpadają do zbiornika na zanieczyszczenia. Czysty piasek spada do zbiornika, skąd przenośnikiem taśmowym zostaje odprowadzony. Urządzenie to oddziela również zanieczyszczenia mechaniczne, którymi surowiec może być zanieczyszczony w czasie urobku lub transportu.

2. Urządzenia do oddzielania materiałów o dużej wilgotności

Do wychwytywania z gęstwy zanieczyszczeń żelazistych stosuje się elektromagnes, które umieszcza się na drodze jej przepływu.

Elektromagnes są bardzo wygodne w użyciu. Mogą mieć kształt krążków, walców, blaszek czy prętów. Ich oczyszczanie sprowadza się do przerwania dopływu energii elektrycznej, która powoduje utratę właściwości magnetycznych i oczyszczanie jest już samoczynne.

W urządzeniach o działaniu okresowym stosuje się elektromagnesy przenośne [rys. 26].



Rys. 26. Elektromagnes przenośny [5, s. 45]

3. Urządzenia przesiewające

Wymagane uziarnienie w masach do produkcji wyrobów ceramicznych powoduje, że surowce po rozdrobnieniu i zmieleniu rozdziela się na wymagane przedziały ziarnowe.

Proces ten nazywa się przesiewaniem, gdy stosuje się sита lub separacją, gdy wykorzystuje się siły ciężkości ziaren unoszonych w strumieniu powietrza.

W konstrukcjach urządzeń do przesiewania uwzględnia się:

- wilgotność materiału,
- układ sit,
- wymaganą wydajność.

Sita stanowią powierzchnię roboczą przesiewaczy i od nich zależy jakość przesiewania. Sita mogą być: tkane, z blachy z wytłoczonymi otworami (lite).

Sita tkane (siatkowe): znajdują najszersze zastosowanie. Wielkość oczek sit tkanych wynosi od setnych części do 20 mm. Zaletą sit tkanych jest wysoki współczynnik prześwitu, wynoszący 70÷80%, wadą nierówność powierzchni oraz możliwość zmian wielkości prześwitu oczek wskutek przesuwania się drutów w siatce.

Sita lite: wykonuje się z blachy stalowej o grubości od 1 mm wzwyż. Otwory o różnych kształtach otrzymuje się przez wytłaczanie, wycinanie lub wiercenie. Sit o bardzo małym prześwicie oczek nie można wykonywać z blachy. Oczka w sitach ulegają zaklinowaniu, zwłaszcza okresem jesiennym i zimowym, gdy mlewo bywa zawilgocone. Aby tego uniknąć, stosuje się urządzenia elektryczne do podgrzewania sit. Wymiary nominalne oczek sit są znormalizowane.

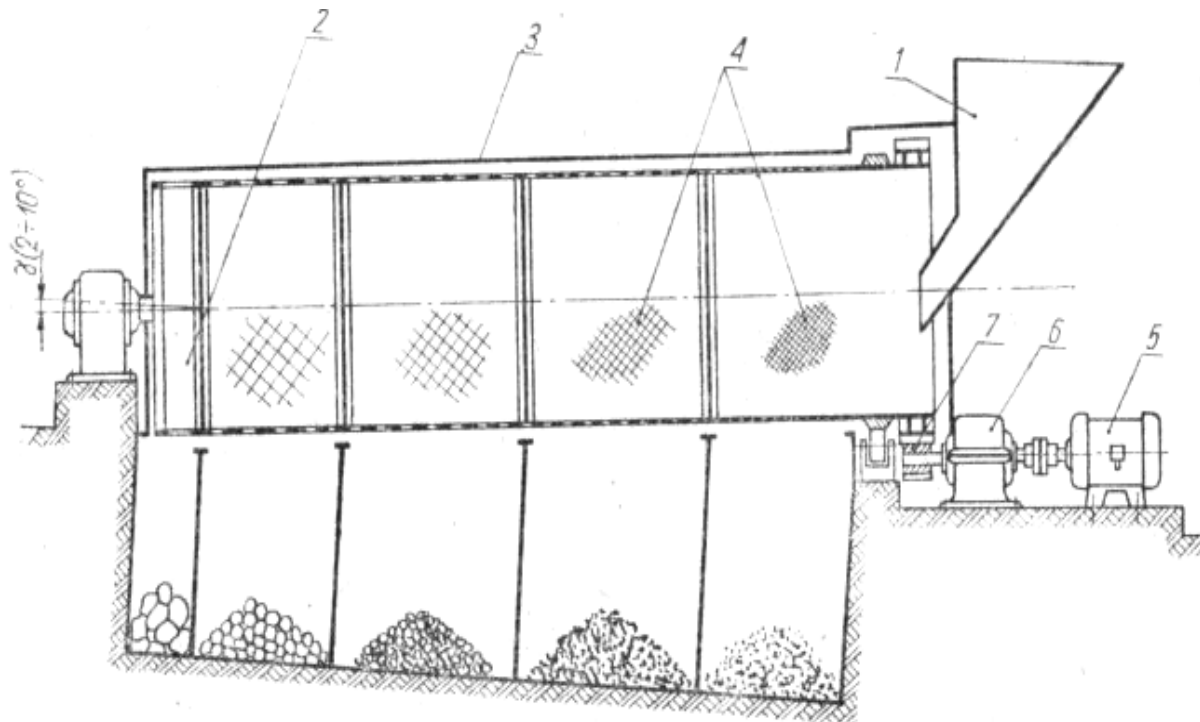
Przesiewanie w strumieniu powietrza: prowadzi się dla surowców o bardzo małym uziarnieniu. Rozdział następuje wskutek różnicy prędkości ruchu ziaren. Unoszone w strumieniu powietrza ziarna lżejsze opadają wolniej i dalej od miejsca zasilania niż ziarna większe i cięższe. Urządzenia rozdzielające mlewo w ten sposób nazywamy separatorami powietrznymi.

Układy sit

Ustawienie sit o różnych gęstościach (prześwitach oczek) może być szeregowe lub stopniowe. W układzie szeregowym sита ułożone są na jednym poziomie, natomiast w układzie stopniowym – jedno nad drugim.

4. Przesiewacze bębnowe

Są to najprostsze z szeregowym układem sit urządzenia do rozdzielania młwa suchego. Stalowa konstrukcja bębnowa obciągnięta jest siatkami od najmniejszych oczek przy wlocie do największych przy wylocie. Materiał zasypywany jest do bębna lejem wysypowym, a na poszczególnych sitach następuje oddzielanie różnej wielkości ziaren zależnie od wielkości oczek. Nadziarno wylatuje w końcowej części bębna, gdzie nie ma już sita. Bęben wprowadzony w ruch obrotowy przez silnik elektryczny za pośrednictwem reduktora i przekładni zębatej. Sita bębnowe mają duże rozmiary i są wypierane przez lepszej jakości urządzenia.



Rys. 27. Schemat przesywacza bębnowego: 1 – lej zasypowy, 2 – bęben, 3 – obudowa, 4 – sита, 5 – silniki, 6 – reduktor, 7 – przekładnia zębata [1, s. 133]

5. Przesiewacze skrzyniowe

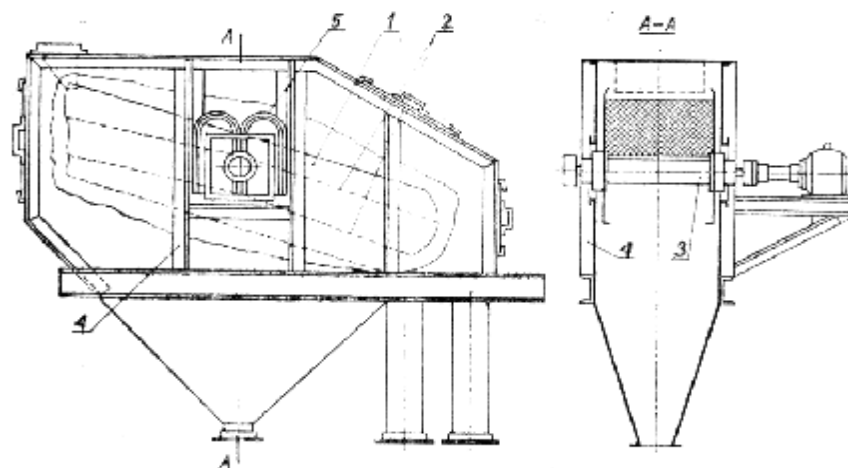
W przesywaczach skrzyniowych sита ustawione są w układzie stopniowym w skrzyni. W zależności od rodzaju napędu, przekazywanemu skrzyni z sitemi, rozróżnia się przesywacze:

- wahadłowe,
- żyracyjne,
- wibracyjne (inercyjne).

6. Przesiewacze i sита wibracyjne (inercyjne)

Stosuje się je do rozdziału młw suchych, a niekiedy wilgotnych.

Przesiewacz wibracyjny dla młw suchych przedstawiono na rys. 28.

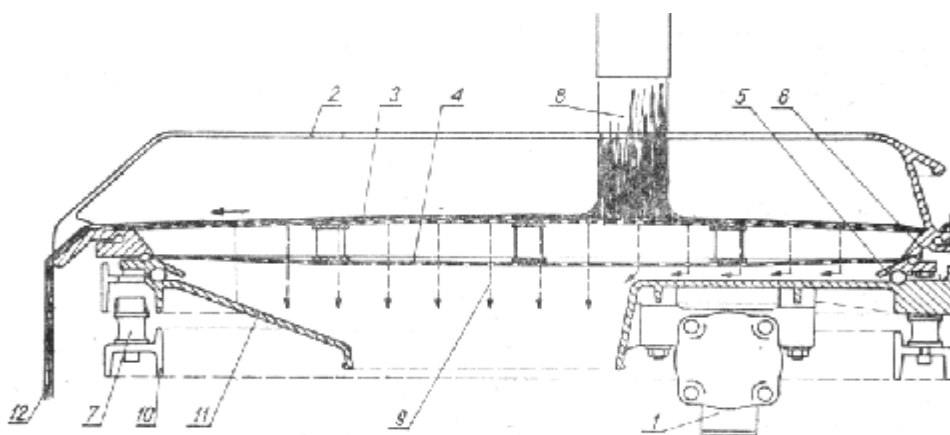


Rys. 28. Przesiewacz wibracyjny: 1 – skrzynia, 2 – sita, 3 – wał, 4 – rama zewnętrzna, 5 – sprężyna nośna [2, s. 41]

Skrzynia sitowa wraz z sitami oraz wałem podwieszona jest do ramy zewnętrznej. Wał poziomy jednostronnie wyważony i dodatkowo obciążony mimośrodowo na obu końcach przeciwwagami wzbudza drgania. Amplituda drgań przesiewacza może być regulowana przez dodawanie lub odejmowanie krążków przeciwwagowych. Wał wzbudzający drgania spoczywa w łożyskach tocznych baryłkowych i obraca się za pośrednictwem koła napędzanego paskami klinowymi lub też jest napędzany bezpośrednio z silnika elektrycznego. Liczba obrotów wału, a tym samym odpowiednio liczba drgań skrzyni sitowej wynosi 1500÷3000 na minutę. Całość urządzenia jest osłonięta blachą i odpowiednio uszczelniona przed pyleniem. W osłonie znajdują się robocze otwory zamykane pyłoszczelnymi kłapami.

Sita wibracyjne

Sita wibracyjne stosuje się do przesiewania (cedzenia) mas lejnych, szklivi i innych tego rodzaju materiałów. (rys. 29). W sicie tym wszystkie części stykające się z materiałem wykonane są z nie korodujących lekkich metali. Wibrację nadaje situ elektrowibrator, który jest przymocowany do miski wylewowej. Drgania przekazywane są na sita. Wywołują one wzdłużne przesunięcia sit, przez co ogranicza się rozlewanie materiału na boki. Otwarta z jednej strony miska umożliwia odpływ masy o większym uziarnieniu oraz innych zanieczyszczeń.



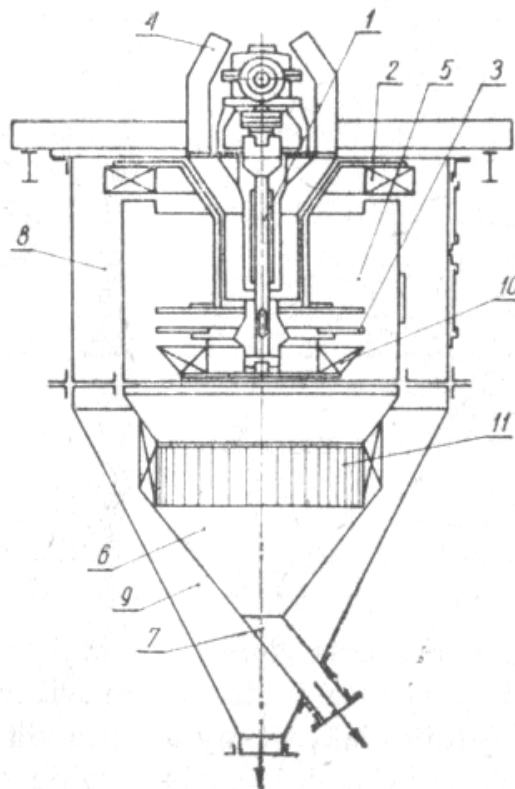
Rys. 29. Sita wibracyjne do mas lejnych: 1 – elektrowibrator, 2 – górna miska, 3 – sita gęste, 4 – sita rzadkie, 5 – dolna rama sita, 6 – rama środkowa, 7 – poduszka gumowa, 8 – wprowadzany materiał, 9 – materiał przecedzony, 10 – rama fundamentowa, 11 – miska wylewowa, 12 – odprowadzenie pozostałości na sicie [6, s. 88]

7. Separatory

Do rozdzielania mlew o uziarnieniu poniżej 0,1 mm nie stosuje się sit, gdyż nie są skuteczne. W takich przypadkach stosuje się powietrzny rozdział – tzw. separację powietrzną, polegającą na unoszeniu się mlewa w strumieniu powietrza. Ziarna cięższe w wyniku działania sił odśrodkowych wypadają ze strumienia i opadają, a mniejsze unoszone są z powietrzem dalej do filtrów (cyklonów i multicyklonów) oraz do komór odpylających, gdzie następuje osadzanie najmniejszych cząstek mlewa.

W praktyce przemysłowej znajduje zastosowanie: separator powietrzny do rozdzielania materiałów suchych. [rys. 30]

Na pionowym wale u góry osadzony jest wentylator, a na dole – tarcza, na którą zasypuje się mlewo przewodami. Mlewo z obracającej się tarczy zostaje rozrzucone wskutek działania siły odśrodkowej do przestrzeni komory, skąd drobne ziarna porywa w górę strumień powietrza wytworzony wentylatorem, obracającym się z prędkością 200÷300 obr./min. Ziarna grubsze o prędkości spadania większej od prędkości strumienia powietrza spadają do wewnętrznego leja i rurą wylotową wracają do ponownego przemiału. Natomiast ziarna drobne unoszone są w strumieniu powietrza w górę i odrzucane przez wentylator do zewnętrznego leja, skąd spadają do zsypu. Wentylator umieszczony pod tarczą zsypową, za pomocą zasłony żaluzyjnej z nastawnymi skrzydełkami, reguluje szybkość przepływu powietrza, co wpływa na sprawność i wydajność separatora. Zastosowanie: rozdział mlew z młynów kulowych.



Rys. 30. Separator powietrzny: 1 – wał, 2, 10 – wentylatory, 3 – tarcza, 4 – przewody zasypowe, 5 – komora separatora, 6 – lej wewnętrzny, 7 – rura wylotowa, 8 – lej zewnętrzny, 9 – zsypl, 11 – zasłona żaluzyjna [6, s. 90]

Przepisy bhp, ppoż. w trakcie pracy urządzeń do przygotowywania surowców i mas

Urządzenia do rozdzielania surowców na frakcje ziarnowe wymagają bezwzględnie stosowania urządzeń odpylających. Całość urządzenia przesiewacza wibracyjnego musi być osłonięta blachą i odpowiednio uszczelniona przed pyleniem. W osłonie znajdują się robocze otwory zamykane pyłoszczelnymi klapami.

Pracownicy obsługujący urządzenia powinni używać środków ochrony dróg oddechowych i chronić się przed hałasem.

4.4.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do ćwiczeń.

1. W jakim celu stosuje się wzbogacania metodą magnetyczną?
2. Na jakie zagrożenia ze strony elektromagnesu narażone są gęstwy?
3. Jak można podzielić urządzenia przesiewające?
4. Jak zbudowany jest przesiewacz skrzyniowy wibracyjny?
5. Jakiego urządzenia używa się do cedzenia mas lejnych i szkliv?
6. W jakich przypadkach stosuje się separację powietrzną?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Określ, które zdania są prawdziwe, a które fałszywe:

Zdanie:	Prawda	Falsz
W układzie szeregowym sita ułożone są jedno nad drugim, natomiast w układzie stopniowym – na jednym poziomie.		
Metodę magnetyczną stosuje się w celu usunięcia zanieczyszczeń obniżających jakość produkowanych wyrobów.		
Bębnowy separator elektromagnetyczny to przykład urządzenia do oczyszczania surowców sypkich,		
Przesiewacz wibracyjny stosuje się do cedzenia mas lejnych.		
Przesiewanie w strumieniu powietrza prowadzi się dla surowców o bardzo dużym uziarnieniu.		
Przesiewacz bębnowy zaliczamy do grupy przesiewaczy skrzyniowych.		

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) przeczytać określone treści z poradnika,
- 2) przeanalizować treść każdego zdania,
- 3) podjąć decyzję czy zdanie jest prawdziwe, czy fałszywe,
- 4) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik.

Ćwiczenie 2

Narysuj schemat przesiewacza bębnowego – nazwij poszczególne elementy konstrukcyjne oraz wskaż rozkład uziarnienia na długości bębna (np. 4 frakcje).

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać określone treści z poradnika,
- 2) przeanalizować treść polecenia,
- 3) narysować schemat przesiewacza,
- 4) nazwać poszczególne elementy konstrukcyjne,
- 5) podzielić bęben na właściwą ilość przegród,
- 6) wskazać rozkład uziarnienia w przegrodach,
- 7) zaprezentować wykonanie ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- papier A4,
- pisaki.

4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) wyjaśnić, dlaczego należy usuwać zanieczyszczenia żelaziste z surowców?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) wyjaśnić, do czego stosuje się separację powietrzną?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) omówić samodzielnie rodzaje sit?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) podzielić przesiewacze skrzyniowe?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wskazać zagrożenia wynikające podczas pracy urządzeń przesiewających na sucho?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) określić zasady pracy sit wibracyjnych dla mas lejnych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.5. Przygotowanie mas ceramicznych

4.5.1. Materiał nauczania

Wiadomości wstępne

Masa ceramiczna – jest to najczęściej mieszanina kilku składników z wodą lub inną substancją, nadającą się do formowania.

Przygotowanie masy ceramicznej obejmuje: odmierzenie lub odważenie składników masy zgodnie z recepturą oraz właściwe przygotowanie masy, polegające na dokładnym wymieszaniu odmierzonych lub odważonych składników. Masa powinna być jednorodna i dlatego mieszanie uważa się za operację technologiczną bardzo ważną. Wykonuje się je w różnych rodzaju urządzeniach przystosowanych do tego celu. Przygotowanie masy poprzedza operację formowania i ma na celu otrzymanie tworzywa o takich właściwościach technologicznych, ażeby operacja ta mogła być przeprowadzona z dobrym skutkiem. Typowe masy na wyroby ceramiczne przygotowuje się z dodatkiem wody. W zależności od zawartości wody w stosunku do suchych składników (plastycznego i schudzającego) rozróżnia się następujące rodzaje mas:

- lejne (gęstwy) ponad 30% wody,
- plastyczne 18÷28% wody,
- sypkie 2÷12% wody.

Od rodzaju masy zależy sposób jej przygotowania oraz formowania z niej półfabrykatów, a co za tym idzie – jakość gotowych wyrobów.

Ze względu na rodzaj mas rozróżnia się:

- urządzenia do przygotowania mas lejnych,
- urządzenia do przygotowania mas plastycznych,
- urządzenia do przygotowania mas sypkich

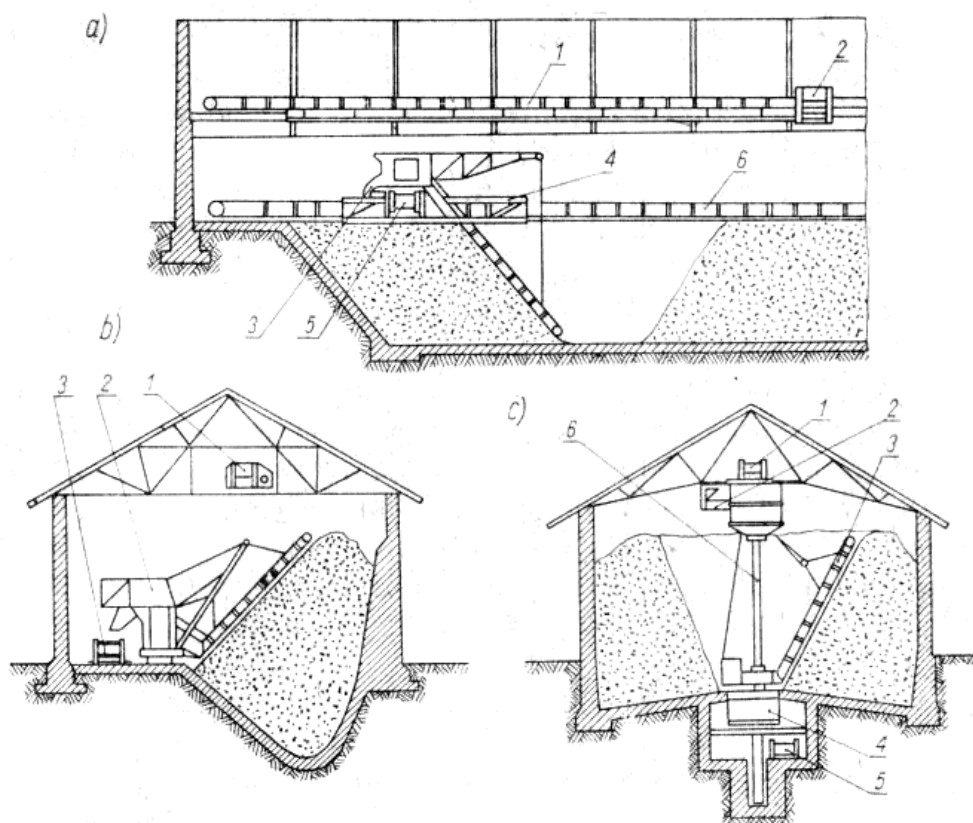
Urządzenia do mieszania mas noszą wspólną ogólną nazwę: mieszadła.

Mieszadła mogą pracować sposobem ciągłym (mieszadło jedno i dwuwałowe) oraz sposobem okresowym (mieszadło Wernera, Eiricha, gniotownik mieszający mokry).

Przygotowanie mas plastycznych

Masy plastyczne, zawierają w sobie składniki ilaste, takie jak gliny czy kaoliny oraz wodę. Masy te odznaczają się szczególną właściwością, że trwale się odkształcają. Dla każdej masy plastycznej, znaczenie ma granica sprężystości oraz granica plastyczności; zależą one w dużym stopniu od zawartości wody w masie. Plastyczność masy zwiększa się przez odpowietrzenie, dołowanie i dodatek elektrolitów. Odpowietrzanie polega na usunięciu powietrza, które w masie odgrywa rolę składnika obniżającego plastyczność (jak składnik schudzający).

Dołowanie masy, trwające od 2 do 4 tygodni, przeprowadza się w zbiornikach betonowych albo w magazynach pod dachem, zwanych dołownikami, wyposażonych w mechaniczne urządzenia transportowe. Następuje w nich ujednorodnienie wilgotności masy, fermentacja i butwienie zawartych w niej substancji organicznych. Dzięki temu uzyskuje się zwiększenie plastyczności masy i jej spójności oraz polepszenie jej właściwości technologicznych (przede wszystkim formierczych); dołowanie powoduje także zmniejszenie braków podczas suszenia i wypalania. Najlepsze wyniki uzyskuje się dołując glinę w dołownikach wilgotnych i podgrzewanych (25÷32°C). Konstrukcja i wybieranie masy (gliny) może być różna jak ilustruje to rysunek 31.

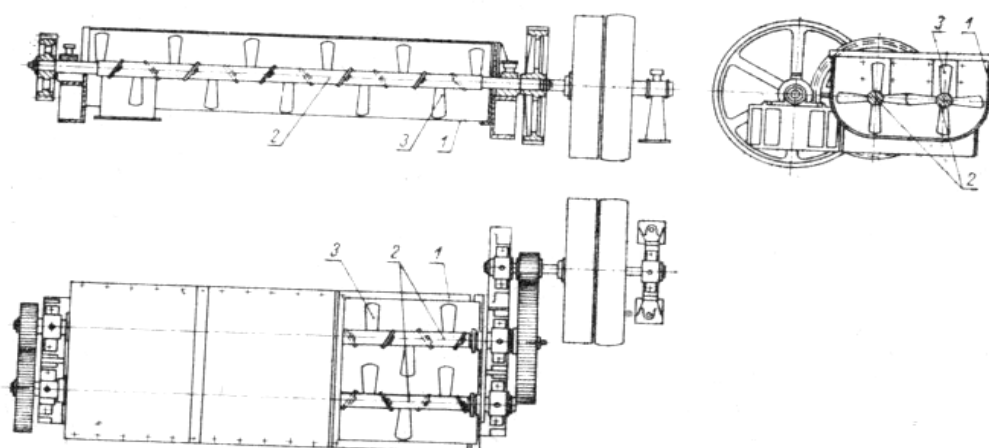


Rys. 31. Dołowniki: a) z poprzecznym wybieraniem masy, b) ze wzdłużnym wybieraniem masy, c) okrągły [4, s. 51]

Najbardziej typowym urządzeniem do przygotowania masy plastycznej jest mieszadło ślimakowe (łopatkowe) dwuwałowe.

Mieszadło łopatkowe dwuwałowe (ślimakowe).

Mieszadło (mieszarka) tego typu stosuje się w celu intensywniejszego i lepszego wymieszania składników masy. Jest ono o pracy ciągłej – schemat rys.32.



Rys. 32. Schemat mieszadła ślimakowego (łopatkowego) dwuwałowego: 1 – koryto, 2 – wały, 3 – łopatki [2, s. 46]

Stanowi ono rodzaj koryta, wewnątrz którego znajdują się dwa wały z łopatkami. Łopatki te tworzą przerywaną linię śrubową i mają za zadanie mieszanie składników i przesuwanie ich w kierunku wylotu. Łopatki jednego wału wchodzi między łopatki wału drugiego. Prędkości obrotowe poszczególnych wałów mieszadła dwuwałowego mogą być jednakowe lub różne. Gdy prędkości są różne, to składniki przebywają dłużej w korycie mieszarki i przez to wymieszanie jest dokładniejsze. Kierunki obrotu wałów są przeciwne, przy czym, gdy mieszamy składniki masy plastycznej stosuje się obroty wałów do środka koryta (sporadycznie można mieszać składniki masy sypkiej, wówczas obroty wałów są od środka ku ścianom koryta). Nawilżanie dokonuje się przez natryskiwanie wodą z góry do koryta w odległości od wylotu masy co najmniej $\frac{2}{3}$ długości koryta. Można nawilżać składniki poprzez podawanie pary wodnej, którą wprowadza się rurami na dno koryta. Para skraplając się nawilża masę, jednocześnie podgrzewając ją.

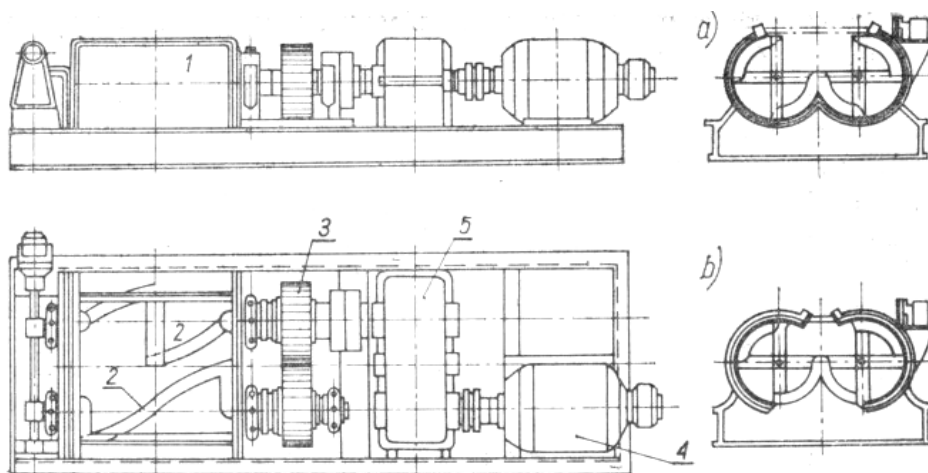
Zalety mieszadeł dwuwałowych:

- ciągłość pracy,
- duża wydajność,
- łatwa obsługa,
- prosta konstrukcja.

Wada: brak możliwości utrzymania stałej zawartości wilgoci w masie.

Mieszadło o wałach wykorbionych typu Wernera (zetowe)

Elementy mieszające mają kształt litery Z. Można w nich mieszać składniki na masę plastyczną (lub sypką). Czas mieszania zależy od rodzaju składników. Po zakończeniu cyklu mieszania otwiera się dno mieszarki i wysypuje przygotowaną masę.



Rys. 33. Schemat mieszadła Wernera: a) dno zamknięte, b) dno otwarte: 1 – koryto, 2 – wały wykorbione, 3, 5 – przekładnia zębata, 4 – silnik elektryczny [2, s. 52]

Mieszadło zetowe składa się z koryta z otwieranym dnem. Wewnątrz koryta znajdują się dwa wykorbione mieszadła w kształcie litery Z, które w cyklu roboczym obracają się z jednakową prędkością obrotową, ale w przeciwnych kierunkach. Mieszadła otrzymują napęd z silnika przez reduktor i przekładnię zębatą. Niektóre mieszadła zetowe w celu opróżnienia z masy są wyposażone w urządzenia do przechylenia koryta, zamiast konstrukcji otwieranego dna.

Poszczególne składniki masy wprowadza się do mieszadła w stanie suchym i miesza przez $1\div 2$ minuty, a następnie po dodaniu odpowiedniej ilości wody miesza się przez $5\div 10$ minut.

Wadą tych urządzeń jest niska wydajność i niedostateczna jednorodność otrzymywanej z tych mieszarek masy.

Przygotowanie mas sypkich

Właściwy dobór uziarnienia ma szczególnie ważne znaczenie w przypadku mas sypkich, zawierających duże ilości składników schudzających. Zwykle stosuje się trzy frakcje ziaren materiału schudzającego, a mianowicie drobne, średnie i grube. Doświadczenie mówi, że najlepsze ułożenie ziaren uzyskuje się gdy w masie jest: 40% ziaren drobnych, 10% średnich i 50% ziaren grubych. Przyprzygotowaniu mas sypkich ważny jest także kształt ziaren oraz kolejność wprowadzania poszczególnych składników do urządzenia mieszającego. Zwykle najpierw wprowadza się gruboziarniste składniki masy, następnie wodę lub lepszycze organiczne w roztworze wodnym czy też w innym i po wymieszaniu – drobnoziarniste składniki masy.

Dodatkową zaletą suchego przygotowania mas jest to, że ze względu na znaczne obniżenie zawartości wody zarobowej, w porównaniu z wyrobami formowanymi z mas plastycznych, nie stwarzają trudności podczas suszenia oraz zachowują pożądany kształt (mała skurczliwość).

Masy sypkie najczęściej przygotowuje się w mieszadłach o działaniu okresowym, na przykład w zetowym opisanym powyżej, lecz najbardziej klasycznym mieszadłem przeznaczonym wyłącznie do sporządzania mas sypkich jest mieszadło przeciwbieżne Eiricha. Zastosowanie znajdują także gniotowniki mieszające.

Mieszadło przeciwbieżne Eiricha (talerzowe)

Miesza składniki na sucho i przy niewielkim nawilżeniu. Pracuje okresowo.

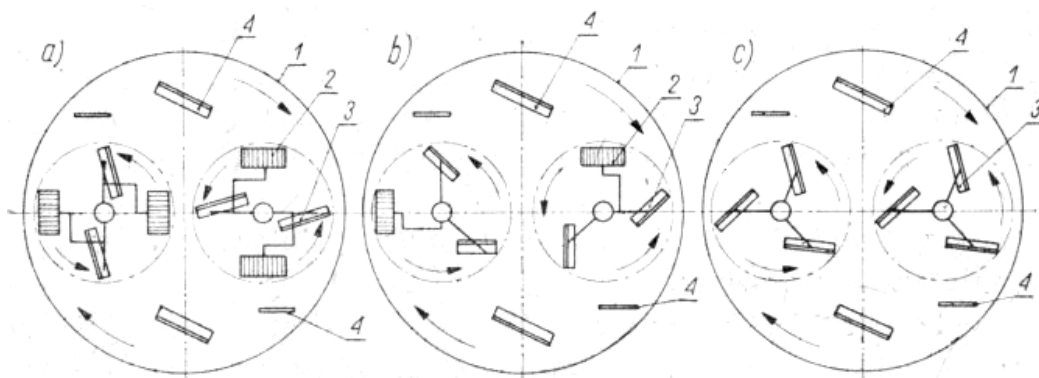
Mieszarki zbudowane są z miski obrotowej o średnicy 1100÷2200 mm, wykonanej z blacy stalowej, oraz z mechanizmu mieszającego obracającego się w przeciwnym kierunku

Mieszarki o pojemności do 250 l są wyposażone w jeden mechanizm mieszający, umieszczony mimośrodowo w stosunku do osi miski, natomiast 500 l – w dwa mechanizmy mieszające. Z mieszarkami współpracują urządzenia dozujące materiały oraz urządzenia do zraszania mieszanki wodą. Po wymieszaniu otworem umieszczonym w dnie miski – masa jest wygarniana przez zgarniaczki na zewnątrz. Wydajność mieszania zależy od pojemności miski i czasu trwania cyklu roboczego (do 8 minut).

Rysunek 34 przedstawia różne rozwiązania konstrukcyjne mieszadła. Mieszadło stanowi obrotowa miska, w której znajdują się dwa mechanizmy mieszające. Zespół mieszający składa się z pionowego wału łożyskowanego w misce mimośrodowo, na którym zamocowane są koła biegowe i łopatki mieszające (rys. 34a, b) lub same tylko łopatki mieszające (rys. 34c) i z większą prędkością obrotową niż miska. Mechanizmy mieszające mogą być:

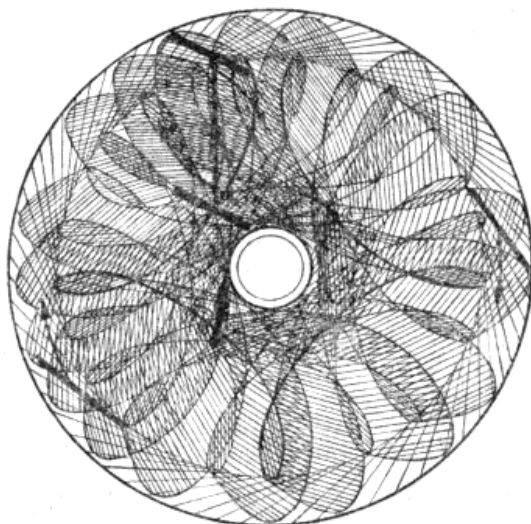
- z trzema łopatkami lub zgarniaczami palcowymi,
- z dwiema łopatkami i jednym kołem gniotącym,
- z dwiema łopatkami i dwoma kołami gniotącymi.

Oprócz tego do dna miski są przymocowane blachy oporowe.



Rys. 34. Typy mieszadeł przeciwbieżnych Eiricha z dwoma zespołami mieszającymi: a) z czterema kołami biegowymi i czterema łopatkami mieszającymi, b) z dwoma kołami biegowymi i czterema łopatkami mieszającymi, c) z sześcioma łopatkami mieszającymi [2, s. 52]

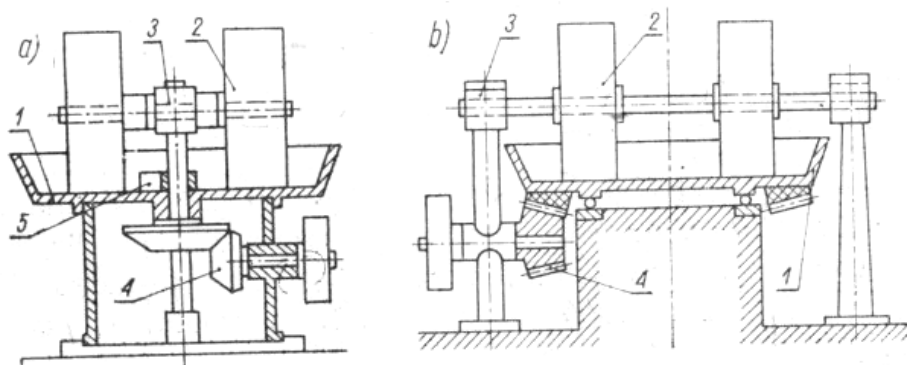
Podczas pracy mieszadła ruch misy, kół biegowych, łopatek mieszających i blach oporowych powodują powstawanie bardzo złożonej (zawirowanej) linii ruchu materiału, co stwarza bardzo korzystne warunki mieszania. Kilka obrotów misy przy równoczesnych kilkunastu obrotach zespołów mieszających, powoduje gruntowne wymieszanie wszystkich składników.



Rys. 35. Schemat ruchu cząstek masy w mieszadle przeciwbieżnym typu Eiricha [1, s. 139]

Gniotownik mieszający

Gniotowniki mieszające stosowane są do przygotowania niektórych mas sypkich, głównie dla wyrobów ogniotrwałych. Dzieli się je na gniotowniki z misą nieruchomą (rys. 36a) oraz obrotową (rys. 36b). Gniotowniki te pracują okresowo. Wymieszaną masę usuwa się z misy opuszczonym na dno misy zgarniaczem.



Rys. 36. Gniotowniki mieszające: 1 – miska, 2 – koła biegowe, 3 – zawieszenie kół biegowych, 4 – napęd, 5 – zgarniacze [2, s. 53]

Przygotowanie mas lejnych

Masy lejne mają zastosowanie do formowania przez odlewanie (w formach gipsowych) wyrobów stołowych porcelanowych, półporcelanowych, fajansowych, niektórych odmian donic i bloków szklarskich, ogniotrwałego i wysokoogniotrwałego sprzętu laboratoryjnego oraz innych wyrobów specjalnego przeznaczenia.

Dobra masa lejna zawierająca w swym składzie substancję ilastą powinna się odznaczać dużą płynnością, a jednocześnie jak najmniejszą zawartością wody. Jest to konieczne ze względu na wymaganą dostateczną szybkość tworzenia się czerepu w formach gipsowych

podczas formowania przez odlewanie. Dużą płynność masy, przy możliwie małej zawartości wody, uzyskuje się przez dodatek elektrolitu powodującego upłynnienie. Gęstwa przy zastosowaniu różnych elektrolitów może mieć różną płynność przy tej samej zawartości wody.

Proces przygotowania mas lejnych polega na „rozbełtaniu” w wodzie składników w celu otrzymania równomiernej zawiesiny (gęstwy). Proces ten przeprowadza się w zbiornikach betonowych, blaszanych. Pojemność zbiornika – zależnie od potrzeb – wynosi 200÷8000 l. Proces przygotowania masy jest cykliczny.

W zależności od konstrukcji mieszadła urządzenia te dzieli się na:

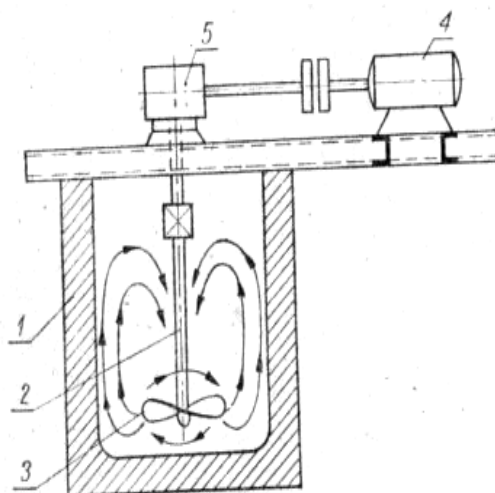
- łopatkowe,
- śmigłowe.

W celu odpowietrzania mas i utrzymania stałej konsystencji sporządzonej gęstwy stosuje się zbiorniki z mieszadłami planetarnymi.

Mieszadło śmigłowe (beltacz)

Schemat mieszadła zwanego też szybkoobrotowym, przedstawia rysunek 37. Zbiornik mieszadła wykonany jest jako konstrukcja betonowa o przekroju okrągłym. Często wnętrze wyłożone jest okładzinowymi płytkami ściennymi, aby nie zanieczyszczać masy. Wewnątrz zbiornika obraca się z prędkością 150÷500 obr./min. wał pionowy zakończony śmigłem. Śmigła mogą być dwuskrzydłowe lub trzyskrzydłowe. Wał pionowy wprawiany jest w ruch obrotowy silnikiem elektrycznym za pośrednictwem reduktora. Napełnienie mieszadła surowcem i wodą odbywa się od góry. Opróżnianie zbiornika odbywa się dołem poprzez wmontowany w ścianę zbiornika zawór lub za pomocą pompy poprzez przewód rurowy umieszczony przy ścianie zbiornika. Cząstki masy przemieszczane są w układzie pionowym, dzięki specjalnemu uprofilowaniu łopatek mieszających oraz w płaszczyźnie poziomej, dzięki obrotom śmigła. Przed całkowitym obracaniem się masy wraz ze śmigłem zabezpieczają specjalne listwy zamocowane do ścian zbiornika. Wypełnienie zbiornika nie powinno być większe niż 0,8 całkowitej wysokości zbiornika. Należy pamiętać, aby zbiornik mieszadła napełniać w następującej kolejności:

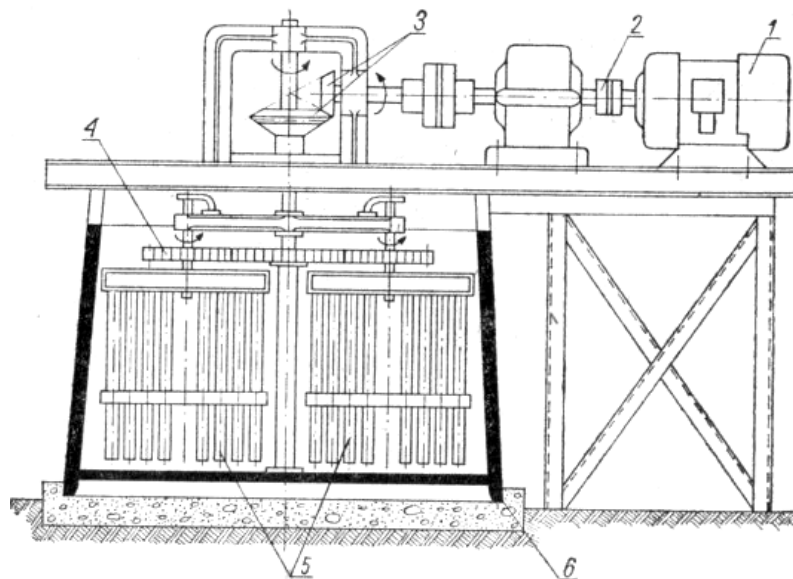
- napełnienie zbiornika wodą i uruchomienie śmigła,
- napełnienie zbiornika (stopniowo) surowcem w czasie obrotów śmigła. [1]



Rys. 37. Schemat mieszadła śmigłowego: 1 – zbiornik, 2 – wał pionowy, 3 – śmigło, 4 – silnik elektryczny, 5 – reduktor [1, s. 122]

Mieszadło planetarne

W celu utrzymania stałej konsystencji, wyprodukowaną masę w mieszadle śmigłowym zlewa się do zbiornika z mieszadłem planetarnym wolnobieżnym. [rys. 38].



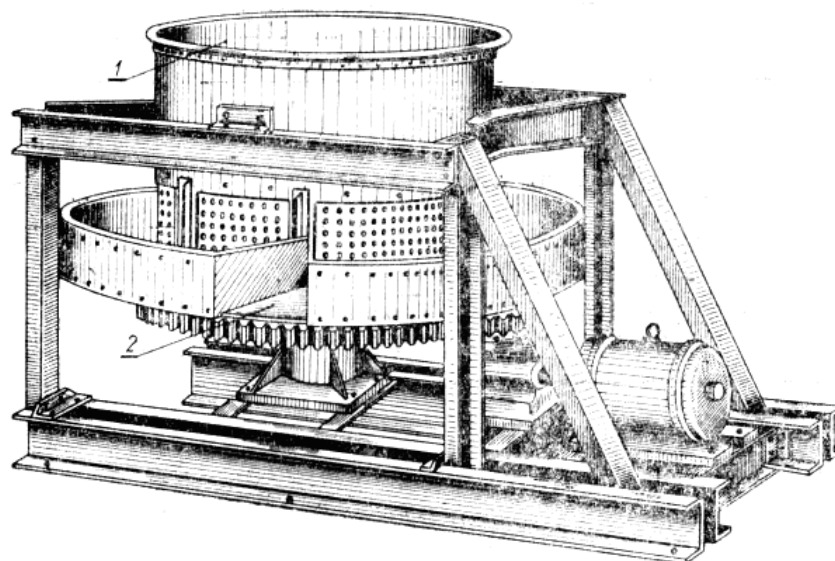
Rys. 38. Mieszadło planetarne: 1 – silnik, 2 – sprzęgło, 3 – przekładnia stożkowa, 4 – przekładnia planetarna, 5 – ramy mieszadeł, 6 – dół zbiorczy [1, s. 342]

Mieszadła planetarne służą tylko do mieszania cieczy, gęstwy ze względu na słabą konstrukcję elementów mieszających. Listwy mieszające (łopatki, grzebienie) wykonują ruch obrotowy wokół własnej osi oraz wokół osi mieszadła. Wywołuje to intensywny ruch cieczy, dzięki czemu uzyskuje się dobry wynik mieszania.

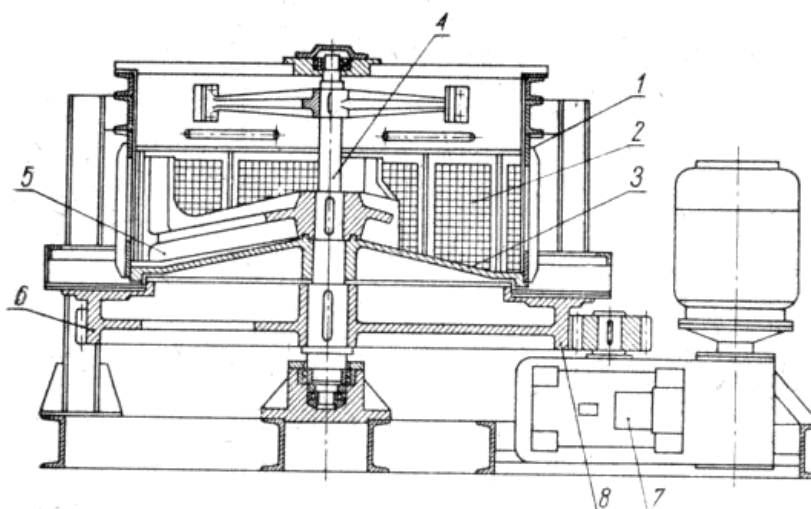
Przecieraki

Do urządzeń mieszających zalicza się także przecieraki. Są to urządzenia, w których podczas rozdrabniania niejednorodnego surowca następuje jego ugniatanie i rozcieranie, a w przypadku zróżnicowanej wilgotności – również homogenizacja. Masa przerobiona w przecieraku jest wymieszana i rozpulchniona. Dlatego urządzenie to często instaluje się w ciągu produkcyjnym przed prasami ślimakowymi odpowietrzającymi, w nowoczesnych zakładach wyrobów budowlanych-ceglarskich i kamionkowych.

Przecierak sitowy pionowy (rys. 39 i 40) składa się z cylindrycznej obudowy, w której poboczniczy są wstawione segmenty sitowe (lub blacha perforowana). Dno części cylindrycznej ma kształt stożka i jest wykonane ze stali. Wał opiera się u dołu maszyny na ramie maszyny, a u góry, we wsporniku wiążącym. Na wale są zamocowane przecieraki, a poniżej dna jest osadzony talerz zbiorczy. Urządzenie jest napędzane przez silnik elektryczny za pośrednictwem skrzynki przekładniowej i koła zębatego czołowego, stanowiącego element talerza zbiorczego, wraz, z którym obracają się wał i przecieraki. Surowiec wrzuca się do przecieraka pionowego od góry. W części cylindrycznej zostaje on przez przecieraki przemieszany, rozdrobniony, a następnie przegniewiony przez otwory w segmentach sitowych. Stąd spada na talerz zbiorczy i dalej jest kierowany zastawkami do otworu w zewnętrznym płaszczu talerza. [4]



Rys. 39. Przecierak pionowy – widok: 1 – zbiornik, 2 – talerz zbiorczy [6, s. 113]



Rys. 40. Przecierak pionowy – przekrój: 1 – obudowa, 2 – segmenty sitowe, 3 – stożek, 4 – wał, 5 – przecieraki, 6 – talerz zbiorczy, 7 – przekładnia, 8 – koło zębate [4, s. 77]

Odwadnianie mas

W produkcji porcelany, półporcelany, fajansu itp. stosuje się jednoczesny przemiał wszystkich składników na mokro w młynach kulowych. W wyniku przemiału uzyskuje się zawiesinę cząstek stałych składników w wodzie, zwaną gęstwą o zawartości 50÷70% wody.

Celem odwadniania jest przeprowadzenie gęstwy o zawartości 50÷70% wody do postaci plastycznej masy o wilgotności około 25% wody lub do postaci proszku o wilgotności 5÷10%.

Zależnie od żądanego rodzaju masy rozróżnia się dwie podstawowe metody odwadniania:

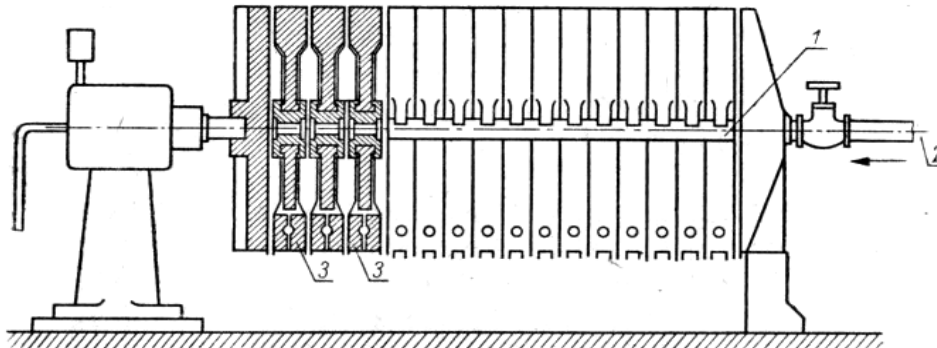
- 1) filtrację czyli oddzielanie ciała stałego z zawiesiny od cieczy,
- 2) suszenie czyli odparowywanie cieczy.

Filtracja odbywa się podczas przepływu zawiesiny przez warstwę materiału porowatego – tkaniny filtracyjnej. W miarę upływu czasu filtracji warstwa osadu stopniowo się zwiększa, tak że po krótkim czasie mamy do czynienia z sytuacją, w której osad stanowi właściwą warstwę filtracyjną, a tkanina odgrywa tylko rolę mechanicznego podkładu. Proces musi być prowadzony pod stałym ciśnieniem.

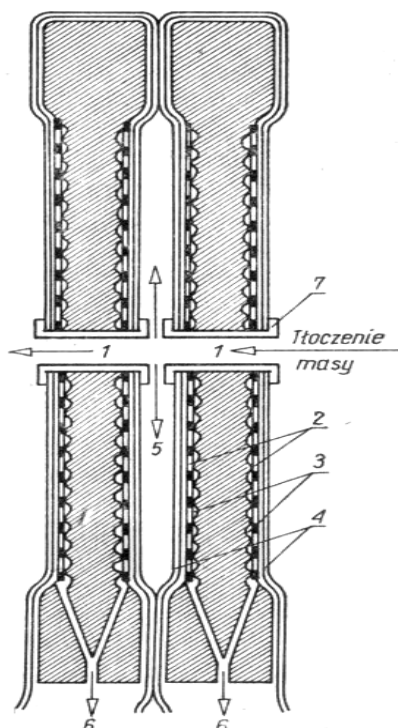
Urządzeniami służącymi do odwadniania mas metodą filtracji są prasy filtracyjne.

Prasa filtracyjna

Prasa filtracyjna składa się z metalowych (lub drewnianych) ram w kształcie koła lub kwadratu. Powierzchnia ramy z wyjątkiem obrzeża jest rowkowana. W środku ramy znajduje się otwór doprowadzający masę. Od rowków wyprowadzone są przez ramę kanały odprowadzające wodę. Powierzchnię ramy obciąża się płótnem filtracyjnym, po czym w otwór wkręca się nakrętki kołnierzone, dociskające płótno do ramy. Między ramy, a płótno wkłada się perforowaną blachę miedzianą lub cynkową. Po nałożeniu płócien ramy zsuwa się i dociska hydraulicznie. Następnie tłoczy się gęstwę, która przepływając centrycznym kanałem wypełnia komory. Wskutek działania ciśnienia woda przesącza się przez płótno filtracyjne i kanalikami wypływa na zewnątrz, a cząstki masy osadzają się na płótnie. Po całkowitym wypełnieniu komór odwodnioną masę zwalnia się docisk prasy, rozsuwa płyty i wyjmuje placki masy. Wilgotność placków masy jest nierównomierna: przy brzegach wynosi 20÷25%, a w środku dochodzi do 35%. Grubość placka masy jest określona przez różnicę grubości płyty na obwodzie i w środku; zwykle wynosi ona 25÷30 mm. Czas odwadniania, zwany „czasem nabijania prasy” zależy od właściwości odwadnianej gęstwy, głównie od uzarnienia które decyduje o porowatości osadu, np. dla kaolinu – 0,75÷1,5 godz., masy porcelanowej 1,5÷2 godz. Całkowita powierzchnia filtracji zależy od liczby płyt (ram) i ich wymiarów. Liczba płyt w prasie może wynosić 12÷60 sztuk, a wymiary w granicach 500÷1000 mm. Jako tkaninę filtracyjną stosuje się obecnie tkaninę nylonową, która jest bardzo mocna i ma lepsze właściwości filtracyjne, od dawniej stosowanej tkaniny bawełnianej. Wydajność wynosi około 10 kg na 1 m² powierzchni filtracyjnej. Można stosować prasy obsługiwane ręcznie oraz prasy, w których kolejne czynności odbywają się samoczynnie czyli automatycznie.



Rys. 41. Schemat prasy filtracyjnej: 1 – prowadnice, 2 – masa, 3 – rama [1, s. 343]



Rys. 42. Szczegół ramy prasy filtracyjnej: 1 – otwór, 2 – blacha perforowana, 3 – rowki, 4 – płótno filtracyjne, 5 – komora, 6 – kanałki odciągowe, 7 – nakrętka [1, s. 347]

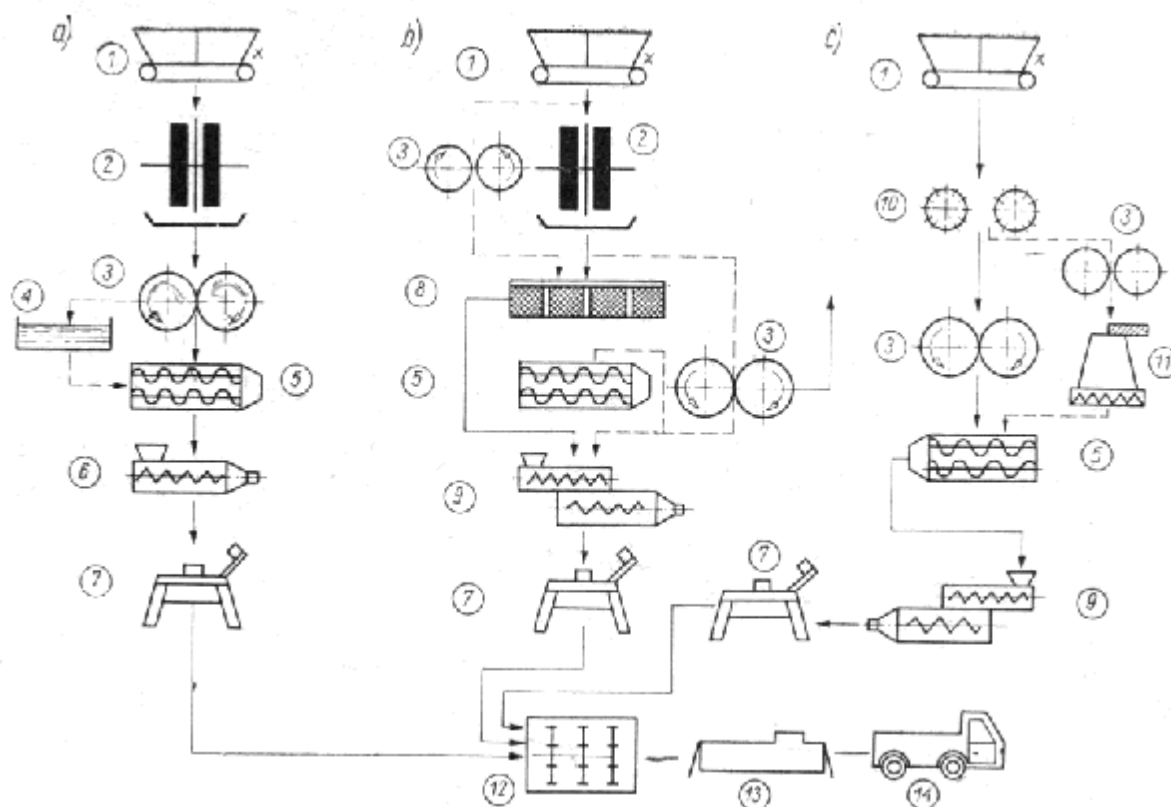
Dobór maszyn i urządzeń przeróbczych (agregat przeróbczy)

Doboru maszyn do ciągów technologicznych produkcji różnych wyrobów ceramicznych, dokonuje się w zależności od rodzaju surowca ilastego, surowca schudzającego, przeznaczenia masy oraz wielkości zamierzonej produkcji. Najwięcej problemów stwarza glina – na jej przykładzie i technologii produkcji wyrobów ceramicznych budowlanych, najlepiej to widać. Gliny ciężkie wymagają intensywnej przeróbki i dokładnego przygotowania, dlatego agregat do nich powinien być zestawiony z odpowiednio ciężkich maszyn. Gliny lekkie wystarczy przerobić na agregacie zestawionym z mniejszej liczby maszyn, których konstrukcja może być lekka.

A oto kilka przykładowych zestawów maszyn przeróbczych:

- gliny trudne do przerobu, które uprzednio nie były poddane hałdowaniu (składowaniu), mogą być przerabiane na następującym zestawie maszyn: 1 – zasilacz skrzyniowy, 2 – gniotownik, 3 – walce gładkie, 4 – dołownik.
- gliny (iły) bardzo zwarte można przerabiać na zestawie: 1 – zasilacz skrzyniowy lub okrągły, 2 – walce zębate, 3 – przecirak, 4 – wieża homogenizacyjna.
- do glin lekkich można zastosować następujący zestaw maszyn: 1 – zasilacz skrzyniowy lub okrągły, 2 – walce gładkie, 3 – mieszarka dwuwałowa.
- do obróbki surowców zanieczyszczonych okruchami skalnymi czy marglem, wprowadza się walce eliminacyjne. W takim wypadku można zaproponować zestaw maszyn: 1 – zasilacz skrzyniowy, 2 – walce eliminacyjne, 3 – walce gładkie, 4 – walce precyzyjne, 5 – wieża homogenizacyjna.

Wydajność poszczególnych maszyn dobiera się na podstawie charakterystyk technicznych zawartych w katalogach fabrycznych, z uwzględnieniem zapotrzebowania surowca do wykonania założonych zadań produkcyjnych zakładu i zapewnienia właściwej jakości wyrobów.



Rys. 43. Przykładowe schematy technologiczne produkcji: a) cegły pełnej, b) wyrobów cienkościennych, c) dachówek : 1 – zasilacz skrzyniowy, 2 – gniotownik, 3 – kruszarka z walcami gładkimi, 4 – dołownik, 5 – mieszarka dwuwałowa, 6 – tłoczarka pasmowa zwykła, 7 – ucinacz, 8 – przecierak, 9 – tłoczarka pasmowa odpowietrzająca, 10 – kruszarka z walcami zębatymi, 11 – wieża homogenizacyjna, 12 – suszarnia, 13 – piec tunelowy, 14 – ekspedycja [4, s. 86]

Podstawowe przepisy bhp i ppoż. w trakcie pracy urządzeń do przygotowywania surowców i mas:

Urządzenia do przygotowania mas na sucho wymagają bezwzględnie stosowania urządzeń odpylających. W szczególności mieszadło Eiricha – cała jego obudowa powinna być pyłoszczelna, – w której od góry znajduje się lej zasypowy, a w dnie w środku miski obrotowej – otwór wylotowy.

Pracownicy obsługujący urządzenia powinni używać środków ochrony dróg oddechowych i chronić się przed hałasem.

4.5.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do ćwiczeń.

1. Jakie masy wyróżniamy w ceramice?
2. W jakim celu masę (glinę) poddaje się procesowi dołowania?
3. W jakim mieszadle można sporządzić masę sypką?
4. Jaką funkcję pełnią mieszadła planetarne?
5. Jakie wyróżniamy sposoby nawilżania mas plastycznych w mieszadle dwuwałowym?
6. Jakie urządzenia zastosujesz przy przerobieniu gliny na cegły, a jakie na dachówki?

4.5.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Uzupełnij tabelę, wpisując typ mieszarki.

Rodzaj masy	Masa lejna	Masa plastyczna	Masa sypka
Mieszarka			

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać określone treści z poradnika,
- 2) wypisać znane Ci mieszarki,
- 3) przeanalizować budowę i działanie mieszarek,
- 4) dobrać mieszarki do rodzaju masy,
- 5) uzupełnić tabelkę,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- katalogi urządzeń,
- literatura wskazana przez nauczyciela.

Ćwiczenie 2

Określ rolę składników masy podanych w recepturach roboczych: topnik, surowiec plastyczny, surowiec schudzający, lepiszcze – uzupełnij tabelki:

Tabela do ćw. 2 Receptura robocza I: Wyroby szamotowe.

SUROWIEC	Ilość w %	ROLA W MASIE
Gлина ogniotrwała surowa	40÷50	
Szamot 0–2 mm	25÷30	
Szamot 2–4 mm	25÷30	

Tabela do ćw. 2 Receptura robocza II: Wyroby magnezytowe.

SUROWIEC	Ilość w %	ROLA W MASIE
Magnezyt spieczony	70	
Magnezyt spieczony poniżej 0,09 mm	30	
Ług posiarczykowy	3	

Tabela do ćw. 2 Receptura robocza II: Wyroby porcelanowe.

SUROWIEC	Ilość w %	ROLA W MASIE
Kaolin	40÷50	
Kwarc	25÷30	
Skaleń	25÷30	

Tabela do ćw.2 Receptura robocza IV: Wyroby fajansowe.

SUROWIEC	Ilość w %	ROLA W MASIE
Gлина surowa	40÷50	
Kwarc	40	
Skaleń	7	
Węglan wapnia	5	

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać określone treści z poradnika,
- 2) zdefiniować pojęcia związane z ćwiczeniem,
- 3) przeanalizować zebrane receptury,
- 4) ustalić rolę poszczególnych surowców,
- 5) uzupełnić tabelki,
- 6) zaprezentować wykonanie ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- literatura wskazana przez nauczyciela.

Ćwiczenie 3

Przygotuj masę plastyczną w mieszarce zetowej, według receptury podanej poniżej.

Tabela do ćw. 3 Receptura robocza

Składnik	Ilość	Uziarnienie
Kaolin pławiony	1,4 kg	Poniżej 1 mm
Skaleń	0,3 kg	1÷2 mm
Piasek kwarcowy	0,3 kg	0÷2 mm
Woda	0,4 litra	-

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać określone treści z poradnika,
- 2) przeanalizować przebieg ćwiczenia,
- 3) wykonać ćwiczenie zgodnie z przepisami bhp,
- 4) przygotować niezbędny sprzęt laboratoryjny,
- 5) zapoznać się z instrukcją obsługi mieszarki,
- 6) sprawdzić stan techniczny mieszarki,
- 7) przygotować środki ochrony osobistej,
- 8) sprawdzić stan techniczny wagi,
- 9) odważyć surowce zgodnie z recepturą,
- 10) przygotować masę w mieszarce zgodnie z instrukcją stanowiskową obsługi urządzenia,
- 11) mieszać składniki na masę, aż uzyskasz jednorodność masy,
- 12) skontrolować organoleptycznie jednorodność masy,
- 13) przenieść gotową masę z koryta mieszarki do zbiornika na masę,
- 14) zabezpieczyć masę przed utratą wilgoci,
- 15) oczyścić sprzęt i uporządkować stanowisko pracy,
- 16) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- surowce,
- mieszalnik z mieszadłem zetowym,
- instrukcja obsługi mieszarki,
- instrukcja stanowiskowa,
- waga,

- instrukcja obsługi wagi,
- środki ochrony osobistej,
- zbiornik na masę,
- sprzęt laboratoryjny.

Ćwiczenie 4

Przygotuj w mieszalniku z mieszadłem śmigłowym gęstwę masy lejnnej porcelanowej o wilgotności 35% w stosunku do suchych składników, według receptury roboczej zamieszczonej w tabeli poniżej.

Tabela do ćw. 4. Receptura robocza

Surowiec	Ilość
Kaolin pławiony	5 kg
Skaleń potasowy	2,5 kg
Kwarc	2,5 kg
Woda	3500 ml
Szkło wodne	400 ml

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zaplanować kolejne czynności podczas sporządzania masy lejnnej porcelanowej,
- 2) zapoznać się z treścią poradnika: masa lejna,
- 3) zapoznać się ze stanowiskiem pracy,
- 4) zapoznać się z instrukcją obsługi mieszarki z mieszadłem śmigłowym,
- 5) wykonać ćwiczenie zgodnie z przepisami bhp,
- 6) odważyć surowce w ilości zgodnej z recepturą,
- 7) sprawdzić stan techniczny mieszarki,
- 8) dozować surowce do mieszarki zgodnie z instrukcją obsługi urządzenia,
- 9) mieszać składniki do uzyskania jednorodności masy lejnnej,
- 10) ocenić organoleptycznie jakość sporządzonej masy,
- 11) przelać gotową masę z mieszarki z mieszadłem śmigłowym do zbiornika na masę z mieszadłem planetarnym w celu długotrwałego odpowietrzania,
- 12) oczyścić urządzenie i uporządkować stanowisko pracy,
- 13) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- surowce rozdrobnione i wysuszone,
- mieszalnik z mieszadłem śmigłowym,
- mieszalnik z mieszadłem planetarnym,
- waga,
- sprzęt laboratoryjny,
- środki ochrony osobistej,
- literatura wskazana przez nauczyciela.

Ćwiczenie 5

Przygotuj w laboratoryjnym gniotowniku mokrym masę sypką (granulat) do formowania metodą prasowania wg receptury. Skontroluj uziarnienie surowca.

Tabela do ćw.5 Receptura robocza na wyroby kwarcowo-szametowe

Surowiec	Uziarnienie	Ilość
Glina ogniotrwała surowa	0÷1 mm	0,1 kg
Kwarc mielony	0÷2 mm	0,9 kg
Szamet mielony	0÷2 mm	1,0 kg
Woda	-	400 ml

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zaplanować kolejne czynności podczas sporządzania masy sypkiej,
- 2) dobrać środki ochrony osobistej,
- 3) wykonać ćwiczenie zgodnie z przepisami bhp,
- 4) przygotować surowce zgodnie z recepturą,
- 5) przygotować właściwe sita kontrolne,
- 6) skontrolować uziarnienie surowców,
- 7) zapoznać się z instrukcją obsługi gniotownika,
- 8) odważyć surowce,
- 9) odmierzyć wodę,
- 10) dozować surowce zgodnie z instrukcją stanowiskową i obsługi urządzenia,
- 11) mieszać składniki na masę zgodnie z instrukcją,
- 12) określić organoleptycznie jakość sporządzonej masy,
- 13) przenieść gotową masę do zbiornika na masę,
- 14) uporządkować stanowisko pracy,
- 15) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- surowce wg receptury,
- gniotownik mokry,
- sita kontrolne 2 sztuki.,
- waga,
- sprzęt laboratoryjny,
- środki ochrony osobistej,
- literatura wskazana przez nauczyciela.

4.5.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- | | Tak | Nie |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1) podać czynności składające się na przygotowanie masy ceramicznej? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) wyjaśnić, dlaczego warto dołować glinę? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) przygotować samodzielnie masę plastyczną w mieszadle zetowym? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) przygotować samodzielnie gęstwą masy porcelanowej? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5) zabezpieczyć się obsługując mieszarkę Eiricha? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6) określić zasady doboru agregatów przeróbczych? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4.6. Ciąg mieląco-suszący glin

4.6.1. Materiał nauczania

Do przygotowania mas ceramicznych, zwłaszcza o obniżonej zawartości wilgoci, potrzebne są surowce suche i o właściwym uziarnieniu. Naturalnie występujące gliny zawierają znaczną ilość wody i dlatego, aby poddać je właściwemu rozdrobnieniu trzeba je podsuszyć do zawartości wilgoci około 5÷8%.

Surowce plastyczne, tak jak inne surowce, rozdrabniane są w trzech etapach: wstępnym, wtórnym i poprzez mielenie. Urządzenie wstępnego rozdrabniania dla glin, czyli strugarka zostało omówione w rozdziale 4.3.1. Natomiast mielenie glin jest realizowane w kruszarkach prętowych – dezintegratorach. Wtórne rozdrabnianie prowadzi się w suszarniach do suszenia surowców.

Ten trzyetapowy przebieg przygotowania surowca ilastego nazywamy ciągiem mieląco-suszącym glin.

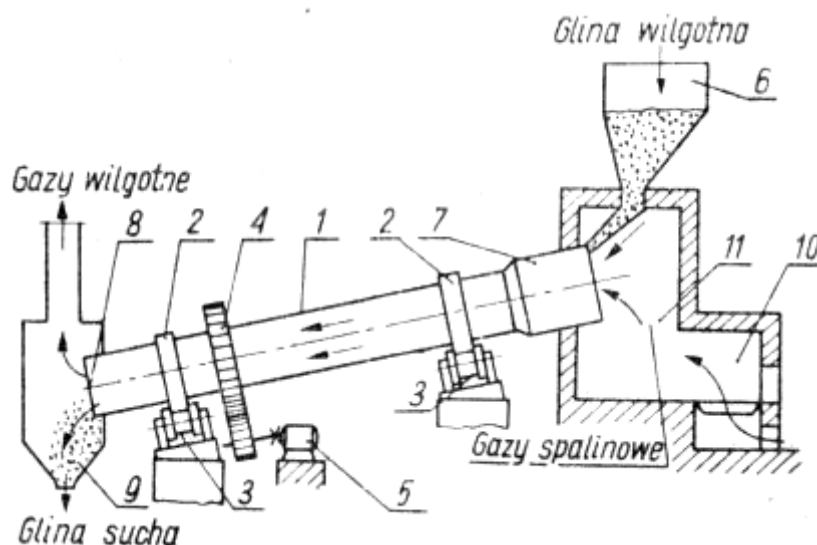
I etap (rozdrabnianie wstępne) – strugarka.

II etap (rozdrabnianie wtórne) – suszarnia gliny.

III etap (mielenie) – kruszarka prętowa (dezintegrator)

Suszarnia obrotowa (bębnowa)

Suszenie surowców plastycznych prowadzi się w suszarniach obrotowych (bębnowych), której działanie przedstawiono na rysunku 44. Jest to urządzenie najczęściej stosowane do suszenia wstępnie rozdrobnionej gliny.

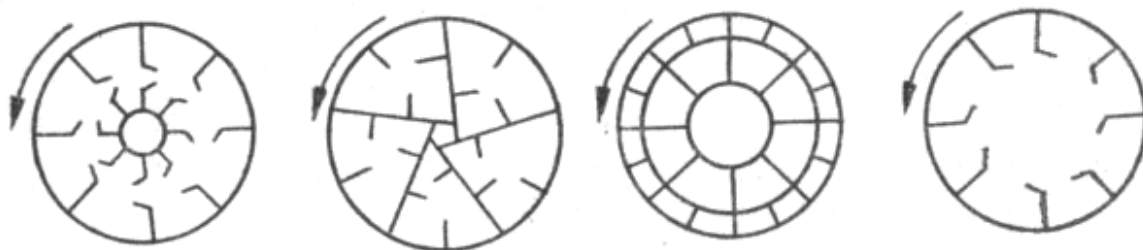


Rys. 44. Schemat działania suszarni obrotowej do suszenia gliny: 1 – bęben obrotowy, 2 – obręcz, 3 – rolki oporowe, 4 – koło zębate, 5 – silnik, 6 – zasypnik, 7 – wlot, 8 – wylot, 9 – komora wylotowa, 10 – palenisko, 11 – komora paleniskowa [2, s. 28]

Składa się ona z nieco pochylonego bębna obrotowego, na który nałożone są obręcze, opierające się na rolkach oporowych oraz koło zębate przenoszące ruch obrotowy z silnika elektrycznego na bęben. Glinę w sposób ciągły wprowadza się do zasypnika i do bębna przez jego wlot. Po wysuszeniu glina wypada przez otwór wylotowy i komorę wylotową na przenośnik. Suszarnia pracuje w sposób ciągły. Ogrzewana jest spalinami uchodzącymi z paleniska przez komorę paleniskową do bębna. W suszarni obrotowej glina suszy się

współprądowo, to znaczy, że kierunek ruchu suszonego materiału i spalin są jednakowe. Wilgotne spaliny są odciągane przez wentylator do urządzenia odpylającego.

Cechą charakterystyczną suszarni obrotowej jest to, że sam bęben jest podzielony wewnątrz na szereg wydłużonych komór (przegród) wykonanych z blachy, biegnących przez całą jego długość, natomiast jego część wlotowa zaopatrzona jest w spiralnie ułożone łopatki służące do równomiernego doprowadzania surowca oddzielnie do każdej z tych komór. Przekroje ilustruje rysunek 45. Taka konstrukcja powoduje zwiększenie jej powierzchni wysychania, dzięki czemu występują dogodniejsze warunki oddawania ciepła przez gorące spaliny suszącej się glinie, a tym samym proces suszenia przebiega intensywniej.



Rys. 45. Schemat konstrukcji przegród w suszarniach obrotowych [1, s. 236]

Podczas powolnych obrotów bębna (1÷4 obr./min.), dzięki jego pochyleniu (3÷5°), pod działaniem grawitacji glina przesuwana się w kierunku wylotu. Poszczególne grudki gliny są w ciągłym ruchu i stykają się z gorącymi blachami przegród tworzących komory, jak również są omywane bezpośrednio przez gorące spaliny, których początkowa temperatura wynosi 400÷700°C. Wyższej temperatury nie stosuje się, gdyż glina ogrzana do temperatury powyżej 400°C traci nieodwracalnie właściwości plastyczne. Podczas suszenia współprądowego najgorętsze spaliny stykają się przy wlocie do bębna z najwilgotniejszą w tych warunkach gliną, co umożliwia przegrzanie gliny, aż do utraty plastyczności. Jednocześnie w wyniku rozsadzającego działania powstałej pary bryłki gliny rozsypują się. W ten sposób suszenie przebiega intensywniej oraz uzyskujemy dodatkowo rozdrobnienie suszonej gliny. W miarę przepływania spalin ku wylotowi suszarni, ochładzają się one tak, że uchodząc mają temperaturę około 100°C, glina natomiast wysycha (wilgotność gliny wynosi około 5%). [2]

Stopień zapełnienia bębna wynosi około 20%. Minimalny czas pobytu gliny w bębnie wynosi około 20 minut. Konstruowane są bębny, w których stosunek długości L bębna do jego średnicy D wynosi $L/D = 3,5 \div 7,0$; gdy D waha się w granicach 1,2÷2,8 m.

Glinę po wysuszeniu miele się na ziarna poniżej 1 mm w kruszarkach prętowych (dezintegratorach).

Ciągi mieląco-suszące są budowane w zakładach wydobywających i przerabiających glinę. Oznaczenia ogólne dla takiej gliny to GM, co czytamy glina mielona.

Podstawowe przepisy bhp i ppoż. w trakcie pracy urządzeń do przygotowywania surowców i mas

Ciąg mieląco – suszący glin wymaga bezwzględnie stosowania urządzeń odpylających. Pracownicy obsługujący urządzenia powinni używać środków ochrony dróg oddechowych i przed hałasem.

4.6.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do ćwiczeń.

- 1) W jakim celu stosuje się ciągi mieląco – suszące glin?
- 2) Na jakie etapy rozdrabniania dzieli się przygotowanie glinu?
- 3) Na czym polega praca współprądowa suszarni obrotowej?
- 4) Jak jest zbudowana suszarnia obrotowa?
- 5) Co się dzieje z gliną podczas suszenia w suszarni bębnowej?

4.6.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Narysuj schemat suszarni obrotowej i zaznacz wszystkie elementy konstrukcyjne, decydujące o zasadzie działania oraz kierunki przepływu spalin, gliny.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać określone treści z poradnika,
- 2) przypomnieć sobie elementy konstrukcyjne suszarni obrotowej,
- 3) narysować schemat suszarni obrotowej,
- 4) nazwać poszczególne elementy konstrukcyjne suszarni,
- 5) zaznaczyć kierunki przepływu spalin i gliny,
- 6) uzupełnić opis wg uznania,
- 7) zaprezentować wykonanie ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- papier A4,
- pisaki kolorowe,
- literatura wskazana przez nauczyciela.

4.6.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- | | Tak | Nie |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1) wyjaśnić, dlaczego suszy się glinę? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) wyjaśnić, zasadę działania suszarni obrotowej? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) wymienić urządzenia ciągu mieląco-suszącego glin? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) narysować samodzielnie schemat działania suszarni bębnowej? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5) uzasadnić celowość stosowania przegród wewnątrz suszarni? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4.7. Otrzymywanie szamotu i klinkieru

4.7.1. Materiał nauczania

Szamot i klinkier to surowce schudzające, nieplastyczne otrzymane w sposób sztuczny. Szamot – to glina palona i złom z wyrobów szamotowych (palonka).

Otrzymywanie szamotu

Szamot otrzymuje się na drodze prażenia gliny surowej w piecach szybowych lub obrotowych. W wyniku prażenia z gliny uchodzi woda chemicznie związana (w minerałach ilastych) i bezpowrotnie surowiec traci swoją cechę plastyczności – zamieniając się w surowiec nieplastyczny o właściwościach schudzających, na przykład przejście kaolinitu w glinokrzemian bezwodny o nazwie mulit.

Glinę wypala się w temperaturze $1200\div 1400^{\circ}\text{C}$ w zależności od jej spiekalności.

Prażenie w piecach szybowych

Glina w postaci brył stanowiących bezpośredni urobek z kopalni, zasypywana jest wprost do pieca, bez wstępnego przygotowania. Zasypywana jest z góry i w miarę postępu cyklu prażenia przesuwa się ku dołowi, gdzie odbierana jest mechanicznie. Głównym elementem pieca szybowego jest pionowy szyb wymurowany materiałem ogniotrwałym, o wysokości około 15 m i średnicy $1\div 1,8$ m, opalany gazem lub olejem opałowym. Schemat takiego pieca przedstawia rysunek 46.

Prażenie gliny w piecach obrotowych

Palarnia gliny w Jaroszowie stosuje wstępne rozdrabnianie gliny w strugarkach na kawałki o wymiarach do 60 mm. Rozdrobniony materiał podaje się przenośnikami do pieców obrotowych długości 75 m i średnicy $2,9\div 3,2$ m. Temperatura w piecu około 1300°C . Wypalony produkt studzi się w chłodnikach bębnowych do temperaturze 100°C . Piec jest opalany pyłem węglowym.

Rozkład temperatur w piecach obrotowych na ich długości, w umownych strefach roboczych wynoszą:

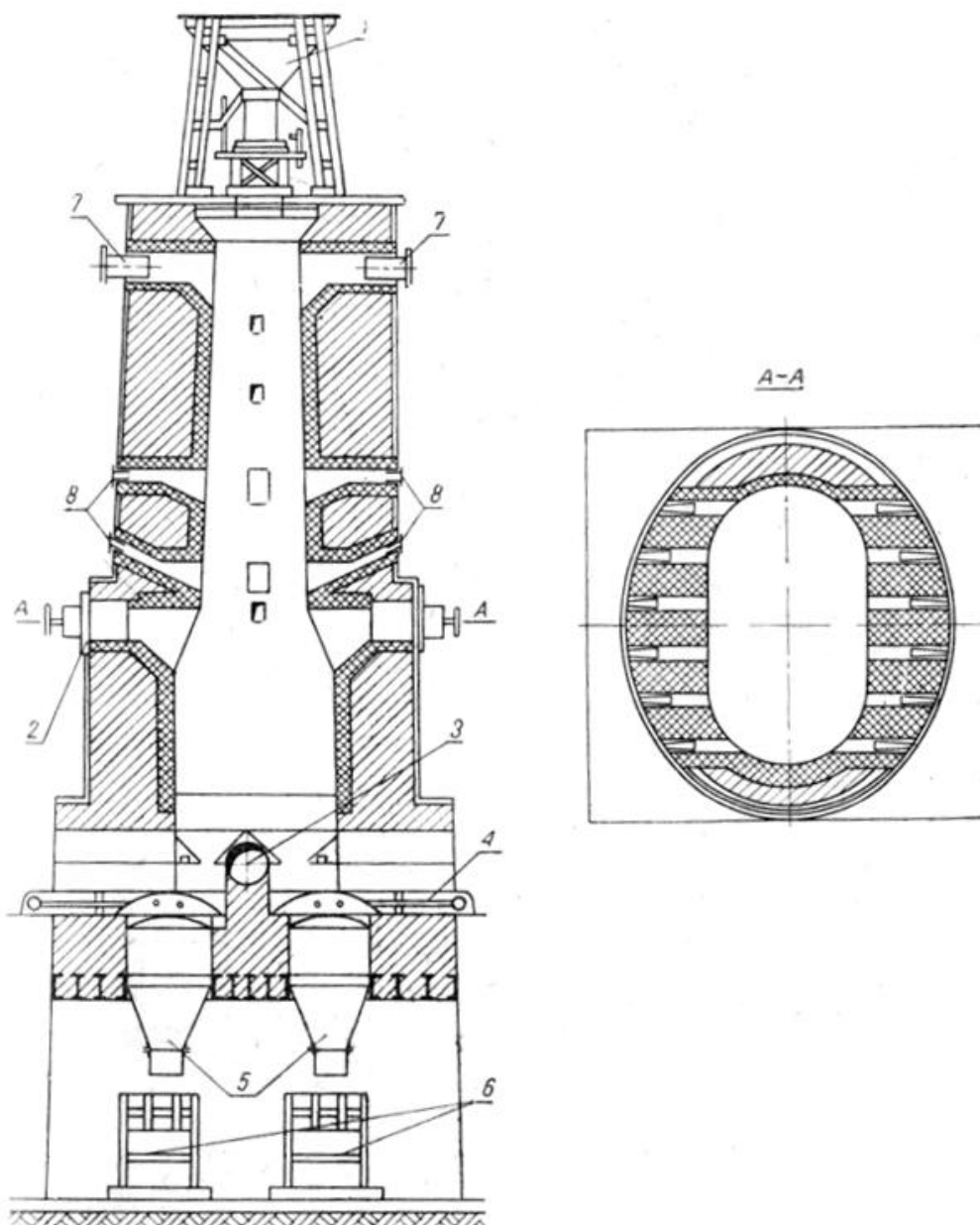
- strefa suszenia i podgrzewania: $0\div 600^{\circ}\text{C}$,
- strefa wstępnego wypału: $600\div 1100^{\circ}\text{C}$,
- strefa spiekania: $1100\div 1450^{\circ}\text{C}$,
- strefa chłodzenia: $1450\div 1100^{\circ}\text{C}$.

W strefie podgrzewania gliny tracą wilgotność pokładową i większą część wody chemicznie związanej, w następnej strefie tracą resztę wody i następuje rozkład kaolinitu, węglanów oraz utlenienie związków organicznych. Materiał staje się twardszy i bardziej zwarty, w związku z tym występuje większe działanie ścierające na ściany walczaka pieca. Gotową palonkę szamotową należy rozdrobnić do odpowiednich frakcji ziarnowych niezbędnych do uzyskania właściwych mas ceramicznych, przy użyciu kruszarek i przesiewaczy. Zazwyczaj szamot przesiewa się na trzy frakcje: $2\div 4$ m, $0,5\div 2$ m, poniżej 0,5 mm.

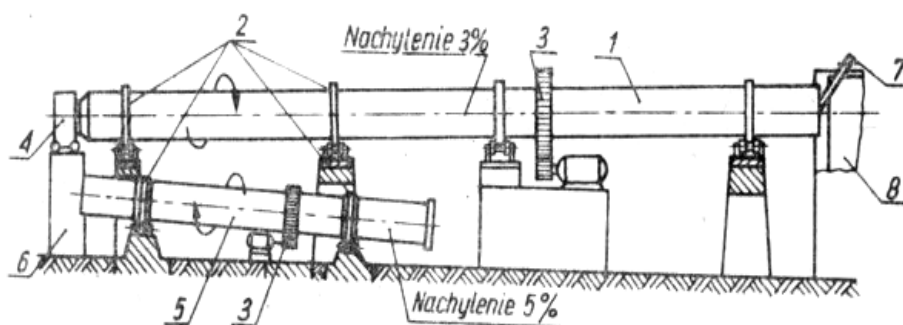
Zalety pieca obrotowego: zmechanizowana praca pieca, duża wydajność, nie występuje zbrzylenie wsadu.

Wady pieców obrotowych: tworzenie się zrostów na obmurzu, powstanie znacznej ilości pyłu unoszonego przez spaliny, co powoduje zanieczyszczenie środowiska naturalnego.

Schemat pieca obrotowego, stosowanego do prażenia glin na szamot i do otrzymywania klinkierów, przedstawia rysunek 47



Rys. 46. Piec szybowy do wypalania glin: 1 – zasypniki, 2 – palniki, 3 – doprowadzenie powietrza, 4 – urządzenie spychające palonkę, 5 – leje zasypowe, 6 – transportery, 7 – otwory odlotowe, 8 – otwory kontrolne [2, s. 89]



Rys. 47. Schemat pieca obrotowego: 1 – piec, 2 – pierścienie toczne, 3 – wieniec zębaty, 4 – głowica, 5 – chłodnik obrotowy, 6 – komora przesypowa, 7 – wysp, 8 – komora pyłowa [2, s. 90]

Przygotowany o odpowiednim uziarnieniu surowiec (głina, magnezyt, dolomit) podaje się przez wsep do otworu walczaka pieca. Pod wpływem obrotów walczaka pieca i jego nachylenia do poziomu wsad przesuwają się nieustannie do przodu pieca. W czasie przesuwania się wsadu następuje jego podgrzewanie połączone z wysuszeniem, wypalanie i chłodzenie. Wypalony produkt opuszcza piec przez komorę przesypową i przechodzi do chłodnika znajdującego się pod piecem. Chłodzenie wypalonego produktu odbywa się za pomocą prądu powietrza zimnego, podawanego w przeciwnym kierunku do wsadu.

Klinkier

Klinkiery to spieczone tlenki, otrzymane podczas prażenia w wysokich temperaturach magnezytów, dolomitów; odpowiednio otrzymuje się:

- klinkier magnezytowy (spieczony tlenek magnezu),
- klinkier dolomitowy (spieczona mieszanina tlenku magnezu i tlenku wapnia).

Klinkiery jako surowce nieplastyczne pełnią rolę schudzającą. Są podstawowym surowcem do produkcji ogniotrwałych wyrobów zasadowych.

Piece obrotowe do wypalania klinkieru magnezytowego są to piece średniej długości 60÷150 m. Maksymalne uziarnienie surowego magnezytu wynosi do 50 mm. Surowiec do pieca podaje się z zasobnika za pomocą dozownika talerzowego. Wypalony klinkier magnezytowy podaje się do chłodnika długości 18÷25 m, wyłożonego do połowy wyrobami ogniotrwałymi, a w drugiej połowie klinkierem drogowym. Po opuszczeniu chłodnika temp. klinkieru spada do około 150°C. W piecu można rozróżnić następujące strefy:

- poduszki i podgrzewania: 20÷600°C,
- kalcynacji: 600÷900°C,
- spiekania wstępnego: 900÷1400°C,
- właściwego spiekania: 1400÷1700°C,
- chłodzenia wstępnego: 1700÷1400°C.

Powietrze wtórne do spalania podgrzewa się ciepłem studzonego klinkieru. Spaliny uchodzą z pieca o temperaturze 500÷650°C. Temperatura powietrza po opuszczeniu chłodnika dochodzi do 1100°C. Prędkość przesuwania się surowca w piecu wynosi około 25/godz., a czas przebywania wsadu w piecu około 3 godz. W czasie przesuwania się wsadu w piecu rozdrobnionego magnezytu kawałki jego ocierają się o siebie i o wykładzinę ogniotrwałą wytwarzając znaczną ilość pyłu porywanego przez spaliny. Wydajność pieca obrotowego długości 75 m i o średnicy 3 m wynosi 8,3 tony/godz. Jako zasadniczy produkt otrzymuje się klinkier magnezytowy z przewagą ziaren 0÷4 mm.

Podstawowe przepisy bhp i ppoż. w trakcie pracy urządzeń do przygotowywania surowców i mas

Produkcja szamotu i klinkieru w piecach obrotowych powoduje wytwarzanie znacznej ilości pyłu. Pył musi być wychwytywany we wstępnych komorach pyłowych, a następnie w cyklonach lub w elektrofiltrach. Uchwyczone pyły można przerobić metodą mokrą na klinkier magnezytowy.

4.7.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do ćwiczeń.

1. Jaki surowiec nazywamy szamotem, a jaki klinkierem?
2. Na jakie zanieczyszczenia, narażamy środowisko naturalne, prażąc surowce w piecach obrotowych?
3. Jak można podzielić piece do otrzymywania szamotu?
4. Jakie właściwości mają surowce sztuczne?
5. Jakie umowne strefy robocze wyróżniamy w piecach obrotowych?

4.7.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Połącz terminy z określeniami – uzupełnij tabelkę.

TERMIN	OKREŚLENIE
1. KLINKIER	A. Palona glina
2. SZAMOT	B. Składnik skorupy ziemskiej.
3. TOPNIK	C. Skupienie minerałów
4. ZŁOŻE	D. Ułatwia spiekanie mas
5. MINERAŁ	E. E. Ilość surowca zawartego w złożu
6. SKAŁA	F. F. Spieczone tlenki
7. ZASOBY	G. Skupienie surowca mineralnego odpowiedniej zasobności, którego eksploatacja opłaca się

1	2	3	4	5	6	7

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać określone treści z poradnika,
- 2) przypomnieć sobie znaczenie poszczególnych terminów,
- 3) dobrać w pary: termin - określenie,
- 4) uzupełnić zapis w tabelce,
- 5) zaprezentować wykonanie ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- literatura wskazana przez nauczyciela.

Ćwiczenie 2

Narysuj schemat pieca obrotowego i zaznacz elementy konstrukcyjne, kierunki przepływu spalin i wsadu oraz zaznacz i nazwij umowne strefy na długości walczaka pieca do prażenia klinkieru magnezytowego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać określone treści z poradnika,
- 2) przypomnieć sobie elementy konstrukcyjne pieca obrotowego,
- 3) narysować schemat pieca obrotowego,
- 4) nazwać poszczególne elementy konstrukcyjne pieca,
- 5) zaznaczyć kierunki przepływu spalin i wsadu,
- 6) uzupełnić opis wg uznania,
- 7) podzielić walczak na umowne strefy,
- 8) nazwać zaznaczone strefy,
- 9) zaprezentować wykonanie ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- papier A4,
- pisaki kolorowe,
- literatura wskazana przez nauczyciela.

4.7.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) podać, do produkcji jakich wyrobów stosuje się klinkiery?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) wyjaśnić, zasadę działania pieca obrotowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) określić temperatury prażenia gliny i magnezytu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wskazać zagrożenia środowiska naturalnego wynikające ze stosowania pieców obrotowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

INSTRUKCJA DLA UCZNIĄ

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test zawiera 21 zadań odnośnie przygotowania surowców i mas ceramicznych. W teście zamieszczono zadania wielokrotnego wyboru, gdzie tylko jedna z wymienionych odpowiedzi jest zawsze prawidłowa.
5. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi – zaznacz prawidłową odpowiedź znakiem X (w przypadku pomyłki należy błędną odpowiedź zaznaczyć kółkiem, a następnie ponownie zakreślić odpowiedź prawidłową).
6. Test składa się z dwóch części o różnym stopniu trudności: I część – poziom podstawowy, II część – poziom ponadpodstawowy
7. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
8. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, wtedy odłóż jego rozwiązanie na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci wolny czas. Trudności mogą przysporzyć Ci zadania: 16÷21, gdyż są one na poziomie trudniejszym niż pozostałe.
9. Na rozwiązanie testu masz 30 minut.

Powodzenia!

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Surowcem schudzającym masę ceramiczną jest
 - a) glina.
 - b) skaleń.
 - c) kaolin.
 - d) piasek kwarcowy.
2. Wodę, którą podajemy do masy, w celu uzyskania właściwej konsystencji nazywamy
 - a) właściwą.
 - b) zarobową.
 - c) chemiczną.
 - d) strukturalną.
3. Podstawowym surowcem na masę do produkcji cegły jest
 - a) less.
 - b) glina.
 - c) kaolin.
 - d) boksyt.
4. Dobrze przerobienie i wymieszanie masy uzyskasz stosując
 - a) mieszadło dwuwałowe.
 - b) kruszarkę walcową.
 - c) gniotownik.
 - d) przecierak.

5. Równoczesne dozowanie dwóch surowców jest możliwe zasilaczem
 - a) ślimakowym.
 - b) talerzowym.
 - c) skrzyniowym.
 - d) okrągłym.

6. Prażenie surowców ceramicznych prowadzi się w piecu
 - a) tunelowym.
 - b) komorowym.
 - c) obrotowym.
 - d) wielkim.

7. Szamot to inaczej glina
 - a) surowa.
 - b) pławiona.
 - c) palona.
 - d) szlamowana.

8. Rolę półproduktu w przemyśle ceramicznym spełnia
 - a) glina.
 - b) topnik.
 - c) wapień.
 - d) klinkier.

9. Minerale o dużej zawartości tlenku glinu to
 - a) kwarc i dolomit.
 - b) dolomit i kalcyt.
 - c) korund i diaspor.
 - d) magnezyt i sylimanit.

10. Do surowców sztucznych **nie** zaliczamy
 - a) palonki.
 - b) pegmatytów.
 - c) karborundu.
 - d) złomu szamotowego.

11. Rozdrabnianie wstępne prowadzi się w
 - a) kruszarce walcowej.
 - b) kruszarce szczękowej.
 - c) kruszarce prętowej.
 - d) gniotownika mokrym.

12. Urządzenie, którego elementem roboczym jest szczęka, to
 - a) łamacz.
 - b) beltacz.
 - c) walce.
 - d) dezintegrator.

13. Spośród wymienionych minerałów, minerał ilasty to
- gips.
 - kalcyt.
 - magnezyt.
 - montmorylonit.
14. Mieszadło planetarne służy do
- odwadniania masy ceramicznej.
 - rozdrabniania masy plastycznej.
 - odpowietrzania masy lejnej.
 - nawilżenia masy ceramicznej.
15. Pracownik chroni układ słuchu gdy obsługuje
- suszarnię komorową.
 - mieszadło planetarne.
 - młyn kulowy.
 - piec obrotowy.
16. Szkodliwą domieszką organiczną w glinach **nie** jest
- przewarstwiony torf.
 - szczątki roślin.
 - zbutwiały korzeń.
 - ziarna wapieni.
17. Zaletą pieca obrotowego **nie** jest
- duża wydajność.
 - duży stopień zmechanizowania.
 - nie zbrylanie się wsadu.
 - tworzenie się zrostów na obmurzu.
18. Glinę wypala się na szamot w temperaturze
- 800÷900°C.
 - 1000÷1200°C.
 - 1200÷1400°C.
 - 1800÷2000°C.
19. Dołowaniu poddaje się
- piasek kwarcowy.
 - dolomit.
 - skaleń.
 - glinę.
20. Do metod rozdrabniania surowców **nie** zaliczamy
- miażdżenia.
 - ścierania.
 - pławienia.
 - ścinania.

21. Mieszalnikiem działającym w sposób ciągły jest mieszalnik
- a) talerzowy Eiricha.
 - b) łopatkowy dwuwałowy.
 - c) zetowy.
 - d) śmigłowy.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko:

Przygotowywanie surowców i mas ceramicznych

Zakreśl poprawną odpowiedź znakiem X.

Nr zadania	Odpowiedź				Punkty
1	a	b	c	d	
2	a	b	c	d	
3	a	b	c	d	
4	a	b	c	d	
5	a	b	c	d	
6	a	b	c	d	
7	a	b	c	d	
8	a	b	c	d	
9	a	b	c	d	
10	a	b	c	d	
11	a	b	c	d	
12	a	b	c	d	
13	a	b	c	d	
14	a	b	c	d	
15	a	b	c	d	
16	a	b	c	d	
17	a	b	c	d	
18	a	b	c	d	
19	a	b	c	d	
20	a	b	c	d	
21	a	b	c	d	
Razem:					

6. LITERATURA

1. Fis B., Wszyńska B.: Zarys technologii ceramiki. WSiP, Warszawa 1986
2. Janiec M.: Materiały ogniotrwałe. WSiP, Warszawa 1975
3. Kordek M., Kleinrok D.: Technologia ceramiki część I. WSiP, Warszawa 1992
4. Kordek M., Kleinrok D.: Technologia ceramiki część II. WSiP, Warszawa 1992
5. Kordek M., Kleinrok D.: Technologia ceramiki część III. WSiP, Warszawa 1992
6. Rospond M.: Maszyny i urządzenia przemysłu ceramicznego. WSiP, Warszawa 1984
7. Rusicki A., Raabe J.: Pracownia technologiczna ceramiki. WSiP, Warszawa 1982
8. Zbiorowa Praca.: Poradnik. Arkady, Warszawa 1978