



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Dorota Niedzielska-Barczyk

Formowanie wyrobów z mas sypkich 813[01].Z2.04

Poradnik dla ucznia

Wydawca

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

Recenzenci:

mgr inż. Katarzyna Golec
mgr inż. Małgorzata Kapusta

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Dorota Niedzielska-Barczyk

Konsultacja:

mgr inż. Gabriela Poloczek

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 810[01]Z2.04 „Formowanie wyrobów z mas sypkich”, 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. Właściwości mas sypkich	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	11
4.1.3. Ćwiczenia	11
4.1.4. Sprawdzian postępów	15
4.2. Metody formowania wyrobów z mas sypkich	16
4.2.1. Materiał nauczania	16
4.2.2. Pytania sprawdzające	22
4.2.3. Ćwiczenia	22
4.2.4. Sprawdzian postępów	23
4.3. Ocena wyrobów formowanych z mas sypkich oraz bezpieczeństwo i higiena pracy podczas procesu formowania	24
4.3.1. Materiał nauczania	24
4.3.2. Pytania sprawdzające	25
4.3.3. Ćwiczenia	25
4.3.4. Sprawdzian postępów	26
5. Sprawdzian osiągnięć	27
6. Literatura	32

1. WPROWADZENIE

Poradnik ten pomoże Ci w przyswajaniu wiedzy z zakresu: formowania wyrobów z mas sypkich.

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 mas sypkich, badania mas sypkich, produkcji mas sypkich, metod formowania różnych wyrobów z masy sypkiej, a także ocena tych wyrobów ze szczególnym uwzględnieniem przyczyn powstających wad prasowania.

Podstawowym celem realizacji programu w tej jednostce modułowej jest kształtowanie umiejętności przygotowania mas sypkich oraz formowania wyrobów z masy sypkiej różnymi sposobami. W niniejszym opracowaniu umieszczono najważniejsze zagadnienia i opisy dotyczące prezentowanej tematyki.

Z rozdziałem „Pytania sprawdzające” możesz zapoznać się:

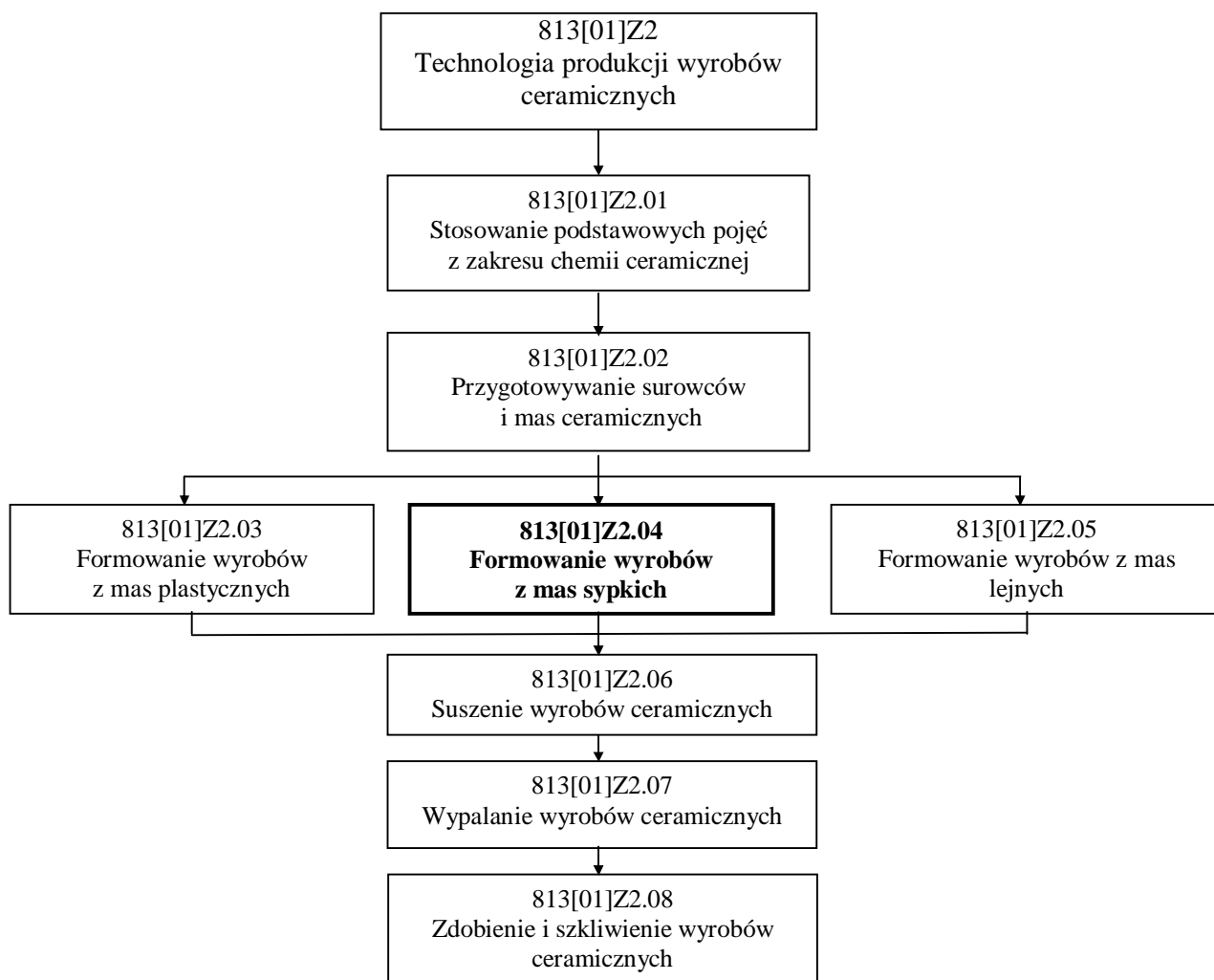
- przed przystąpieniem do rozdziału „Materiał nauczania” – poznając przy tej okazji wymagania wynikające z potrzeb zawodu,
- po zapoznaniu się z rozdziałem „Materiał nauczania”, aby sprawdzić stan swojej wiedzy, która będzie Ci potrzebna do wykonania ćwiczeń.
- kolejnym etapem nauki będzie wykonanie ćwiczeń, których celem jest uzupełnienie i utrwalenie informacji. Wykonując ćwiczenia zaproponowane w poradniku lub przygotowane przez nauczyciela, nabędziesz umiejętności sporządzania mas sypkich i sposobów formowania różnych wyrobów 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 uruchamianiem urządzeń do przygotowania surowców i przygotowania mas ceramicznych,
- posługiwać się symboliką chemiczną,
- posługiwać się umowną symboliką maszyn i urządzeń stosowaną w przemyśle ceramicznym,
- rozpoznawać surowce ceramiczne,
- stosować terminologię z zakresu chemii ceramicznej,
- czytać ze zrozumieniem,
- rozwiązywać test wielokrotnego wyboru,
- korzystać z różnych źródeł informacji w tym z Internetu,
- pracować w grupie.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- scharakteryzować własności mas sypkich,
- wymienić wyroby ceramiczne formowane z mas sypkich,
- określić podstawowe surowce na masy sypkie,
- ocenić przydatność na podstawie badań: uziarnienie, skurczliwość,
- dobrać dodatki do mas sypkich,
- zbadać masę sypką zgodnie z instrukcją do badań mas,
- sporządzić według receptury masy sypkie,
- uformować kształtki metodą prasowania na prasie hydraulicznej,
- uformować kształtki z mas sypkich metodą ręczną,
- określić wady i zalety formowania wyrobów z mas sypkich na prasach,
- określić jakość wyrobu formowanego z mas sypkich,
- zastosować przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska podczas formowania z mas sypkich.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Właściwości mas sypkich

4.1.1. Materiał nauczania

Właściwości masy sypkiej

Masa sypka składa się z niewielkiej ilości surowca plastycznego (gliny lub kaolinu) lub może nie zawierać go w ogóle i surowca nieplastycznego, którego w pewnych wyrobach jest nawet 100%. Surowcem nieplastycznym może być, w zależności od rodzaju wyrobu kwarc, kwarcyt, szamot, klinkier magnezytowy, palonka wysokoglinowa, ruda chromowa, klinkier dolomitowy i inne. Szczególnie ważne jest uziarnienie składników nieplastycznych. Powinny one w swoim składzie zawierać minimum trzy różne frakcje ziarnowe. Konieczne jest to ze względu na jak najszczelniejsze wypełnienie objętości wyrobu (zagęszczenie masy podczas formowania). Odnośnie wielkości ziaren materiałów nieplastycznych w masie przyjmuje się ogólną zasadę; większe wyroby – grubsze ziarna materiałów nieplastycznych, mniejsze wyroby – ziarna drobniejsze. Graniczną maksymalną wielkością ziaren w różnych branżach ceramiki są cząstki o średnicy nie przekraczającej 5–6 mm.

Masy sypkie mają wilgotność od 2–12 % i dzielą się na masy:

- suche o wilgotności 2–6%,
- półsuche o wilgotności 6–12%.

W procesie formowania z mas sypkich wilgotność masy odgrywa bardzo ważną rolę. Powinna być dokładnie określona dla każdej masy i rodzaju formowanych wyrobów.

Masy sypkie mają:

- ściśle określony skład granulometryczny,
- właściwą plastyczność do formowania przez prasowanie,
- lepsze technologiczne.

Rodzaje wyrobów formowanych z mas sypkich

Podstawową grupę takich wyrobów stanowią ogniotrwałe wyroby ceramiczne. Do nich zaliczamy:

- wyroby krzemionkowe, które zawierają SiO_2 i domieszki. Podstawowym surowcem do produkcji tych wyrobów są kwarcyty.
- glinokrzemianowe, które dzielą się na kilka typów różniących się proporcjami podstawowych składników: tlenku krzemu i tlenku glinu. Wyróżniamy wyroby szamotowe i wysokoglinowe. Wśród wyrobów wysokoglinowych znajdują się wyroby mulitowe, sylimanitowe, korundowe. Wyroby korundowe zawierają prawie 100% tlenku glinu. Najważniejszymi surowcami do produkcji wyrobów glinokrzemianowych są: kaoliny, gliny ogniotrwałe, łupki, tlenek glinowy, sylimanity, andalazyty, boksyty oraz palonka wysokoglinowa.
- wyroby zasadowe, których wspólną cechą jest zawartość tlenku zasadowego, na przykład MgO , CaO . Wyroby tej grupy można podzielić na cztery typy: magnezjowe (magnezytowe), chromomagnezjowe, wapienno-magnezjowe, krzemianowo-magnezjowe. Podstawowymi surowcami do wyrobów zasadowych materiałów ogniotrwałych są: magnezyty, chromity, dolomity, skały magnezowo-krzemianowe. Z niektórych surowców produkuje się półprodukty nazywane klinkierami i one stanowią składnik mas sypkich.
- wyroby karborundowe, głównym składnikiem ich jest sztucznie otrzymany węgiel krzemu zwany karborundem (SiC),

- wyroby węglowe, głównym ich składnikiem jest węgiel, a surowcami do ich produkcji są koks, antracyt i grafit.
 - wyroby cyrkonowe, głównym ich składnikiem jest ortokrzemian lub dwutlenek cyrkonu, a surowcem do ich produkcji – piasek cyrkonowy.
 - ceramika tlenkowa,
 - spieki wysokoglinowe.
- Z mas sypkich produkuje się także:
- część płytek ściennych i podłogowych,
 - wyroby elektrotechniczne,
 - wyroby ferromagnetyczne,
 - osłony do wypalania wyrobów ceramiki szlachetnej,
 - niektóre wyroby kamionki kwasoodpornej i inne wyroby i asortymenty.

Sporządzanie mas sypkich na wyroby ceramiki ogniotrwalej [3]

Zależnie od przeznaczenia wyrobu należy dokonać odpowiedniego doboru składu masy. Znajac właściwości technologiczne surowców ustala się na podstawie danych z praktyki produkcyjnej:

- ilość gliny (jako materiału wiążącego),
- ilość materiału właściwego, dominującego w składzie (jako materiał schudzający),
- uziarnienie surowców,
- ilość wody zarobowej,
- ilości innych dodatków, jak np. plastyfikatorów,
- dodatków wypalających się w masach porowatych.

Dobór ilości wody w masie ma wpływ na wielkość ciśnienia stosowanego podczas formowania. Im mniej wody w masie, tym wyższe ciśnienie formujące. Ważnym czynnikiem jest dobór uziarnienia, jak opisano wyżej. Uziarnienie w istotny sposób wpływa na porowatość wyrobu gotowego, a co za tym idzie ma bezpośredni wpływ na jego wytrzymałość mechaniczną.

Przygotowanie masy magnezytowej i chromo-magnezytowej

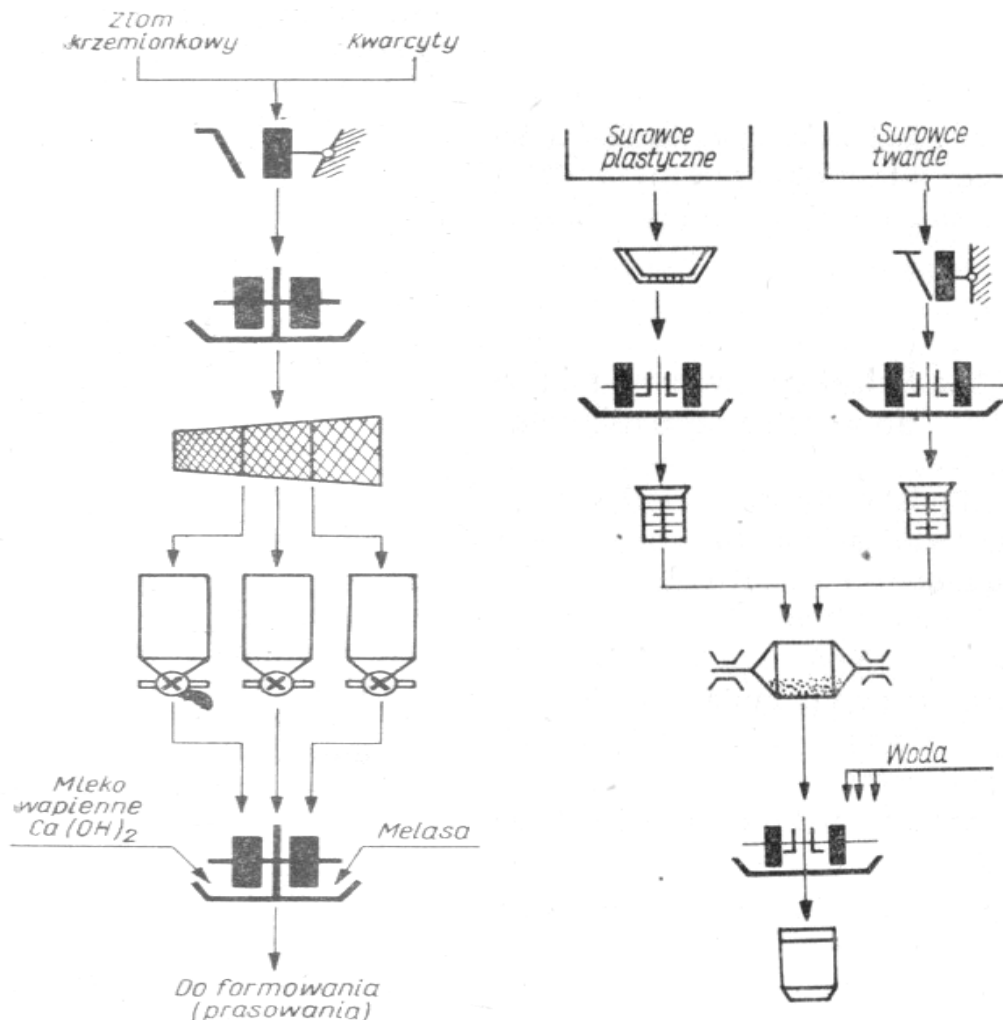
Surowcem wyjściowym do przygotowania masy magnezytowej jest magnezyt $MgCO_3$. Podczas prażenia magnezyt rozkłada się, przechodząc w MgO . Po ogrzaniu do $850\text{--}950\text{ }^\circ\text{C}$ MgO ma mniejszą objętość, jest porowaty i kruchy oraz wykazuje właściwości spoiwa hydraulicznego. Ogrzany do $1450\text{--}1850\text{ }^\circ\text{C}$ spieka się, zwiększając gęstość właściwą i wytrzymałość mechaniczną. Spieczony magnezyt z dodatkiem złomu z wyrobów gotowych rozdrabnia się do ziaren poniżej 1 mm, po czym zawartość frakcji o ziarnach poniżej 0,2 mm powinna wynosić 40–60%. Rozdrobnione mlewo o wilgotności 3–5% dołuje się przez 72–96 godzin. Podczas dołowania zachodzi hydratacja wolnego CaO , a sama masa nabiera pewnej plastyczności. Po dołowaniu masę miesza się w gniotowniku lub mieszadle Eiricha z dodatkiem 0,5–1% lepiszcza (melasy, ługu posiarzynowego). Z tak przygotowanej masy o wilgotności 7% formuje się wyroby ręcznie przez ubijanie młotkami lub z masy o wilgotności 3–5% przez prasowanie na prasach hydraulicznych.

Podobnie produkuje się masę chromo – magnezytową. Surowcem do produkcji jest ruda chromowa, która wykazuje szeroką niejednorodność w swoim składzie. Do produkcji wyrobów ogniotrwałych używa się chromitów o zawartości co najmniej 30–40% Cr_2O_3 . Zawartość SiO_2 powinna wynosić mniej niż 3–5%. Zawartość Fe_2O_3 ponad 14%. Do mas stosuje się około 70% chromitu i około 30% spieczonego magnezytu w postaci pyłu. Chromit powinien mieć uziarnienie od 0,5–1 mm do 3–4 mm.

Przygotowanie masy krzemionkowej

Dostarczony do zakładu surowiec (kwarcyty) rozdrabnia się w kruszarce szczękowej, a wtórnie w gniotowniku. Rozdrobnione surowce rozdziela się na poszczególne frakcje

kieruje do silosów. Zestawienie masy odbywa się wagowo lub objętościowo do gniotowników pracujących na mokro. Przykładowy skład granulometryczny może być następujący: ziarna poniżej 0,1 mm około 35%, ziarna 0,1–0,5 mm około 25%, ziarna 0,5–1,0 mm około 10% i ziarna 1,0–3,0 mm około 30%. Wilgotność masy do formowania przez prasowanie wynosi 5–7%, a do formowania ręcznego 7,5–9,0%. Schemat przygotowania masy sypkiej krzemionkowej przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Schemat przygotowania masy krzemionkowej [3, s. 218] **Rys. 2.** Schemat przygotowania masy do prasowania – metoda mielenia na sucho [4, s. 71]

Przygotowanie masy dolomitowej

Surowcem wyjściowym do produkcji wyrobów dolomitowych jest dolomit $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$. Wyroby dolomitowe przygotowuje się z młwa o odpowiednim uziarnieniu, które miesza się na gorąco (90–110°C) z dodatkiem 10% smoły. Z takiej masy prasuje się wyroby pod ciśnieniem około 50 MPa.

Innym przykładem przygotowania masy sypkiej obok wyrobów ogniotrwałych są płytki ścienne.

Przygotowanie masy do prasowania płytek ściennych [4]

Przygotowanie masy może odbywać się metodą mielenia całego zestawu masy na sucho. Surowce twarde rozdrabnia się wstępnie w kruszarce szczękowej, potem w gniotowniku. Surowce plastyczne rozdrabnia się w strugarce, a następnie dokładnie suszy w suszarni wieżowej. Cały odważony zestaw masy miele się w przeznaczonym do mielenia na sucho

młynie kulowym o działaniu ciągłym. Następnie rozdrobnioną na pył masę transportuje się do gniotownika granulującego, gdzie jest zraszana wodą do żądanej wilgotności i przegnatana przez sita z otworami o średnicy 2–4 mm. Schemat przygotowania masy opisanym sposobem pokazano na rysunku 2.

Badanie surowców i mas sypkich [6]

Do podstawowych badań zalicza się określenie jakości surowców plastycznych i surowców nieplastycznych stosowanych na masy sypkie oraz wykonanie próbek mas na bazie zbadanych surowców, a następnie wykonanie badań tych próbek.

Najważniejszymi badaniami ogniotrwałych surowców plastycznych są badania:

- właściwości przed wypalaniem, to jest takich właściwości jak plastyczność, skurczliwość wysychania, zawartość wody zarobowej oraz zdolność wiązania,
- właściwości w stanie wypalonym, tj. skurczliwość całkowitej, ogniotrwałości i temperatury spiekania,
- składu chemicznego.

Najważniejszymi właściwościami nieplastycznych surowców ogniotrwałych są:

- ogniotrwałość zwykła,
- gęstość i gęstość pozorna w stanie surowym i po wypaleniu,
- porowatość względna w stanie surowym i po wypaleniu,
- skład granulometryczny,
- stopień czystości (określenie wizualne),
- skład chemiczny, a w szczególności: strata prażenia, zawartość głównego składnika, zawartość domieszek szkodliwych; np. tlenku żelaza (III), tlenku sodu, tlenku potasu.

Badania wymienione powyżej opisane są w normach tematycznych, dotyczących surowców.

Przygotowanie mas sypkich ogniotrwałych i wykonanie próbek do badań.

Na przygotowanie próbnych mas ogniotrwałych składają się niżej omówione czynności.

1. Ustalenie składu masy: ilości gliny, ilości materiałów nieplastycznych i ilości składu ziarnowego oraz ilości wody zarobowej.
2. Rozdrobnienie surowców plastycznych.
3. Rozdrobnienie surowców nieplastycznych (frakcje: 0,0–0,2; 0,2–0,5; 0,5–1,0; 1,0–2,0; 2,0–3,0; 3,0–5,0 mm)
4. Odważenie zestawu.
5. Wymieszanie na sucho w mieszadle zetowym.
6. Dodanie odpowiedniej ilości wody.
7. Ujednorodnienie masy.
8. Homogenizacja masy.

Z tak przygotowanych mas wykonuje się odpowiednio próbki do badań w kształcie cegiełek o wymiarach 100*50*20 mm (dla wilgotności 10–12%) oraz próbki w kształcie walców o średnicy 50 mm i wysokości 50 mm (dla wilgotności mas do 9%).

Dla przygotowanych próbek, na tym etapie badań, wykonuje się oznaczenie skurczliwości suszenia. Większość badań dla mas wykonuje się na próbkach wypalonych.

Dodatki do mas sypkich

W masach sypkich powszechnie stosuje się dodatek w postaci lepiszcza, którym jest najczęściej substancja organiczna. Dodatek tych substancji do masy umożliwia formowanie i nadaje półfabrykatom odpowiednią wytrzymałość mechaniczną. Do najczęściej stosowanych należą: dekstryna, glikocel, oleje, parafina, wosk, gliceryna, alkohol poliwinylowy. Ilości dodawanych surowców są różne i zależą od ich rodzaju, zestawu masy, asortymentu wyrobów i stosowanej technologii formowania. Zazwyczaj wynoszą one od kilku do kilunastu procent. W technologii materiałów ogniotrwałych (gdzie dominuje rodzaj masy sypkiej) stosuje się jako dodatki uplastyczniające (plastyfikatory): ług posiarczynowy, melasę

i dekstrynę. Wymienione środki zapewniają masom do formowania odpowiednią plastyczność i wiążąc poszczególne ziarna mas pozwalają na osiągnięcie pewnej wytrzymałości mechanicznej świeżo wyformowanych i wysuszonych wyrobów. Do mas sypkich ogniotrwałych dodaje się od 0,5 do 3% tych dodatków. Właściwości niektórych dodatków, to:

Ług posiarzynowy (posulfitowy) jest to lepka ciecz będąca produktem odpadowym przy produkcji celulozy siarczynowej. Kolor słomkowy do ciemnobrązowego. Stosuje się go jako spoiwo do ogniotrwałych mas krzemionkowych w ilości 0,5–3% oraz do mas z których wyroby są formowane ręcznie.

Dekstryna jest produktem częściowego rozpuszczenia cząstek skrobi, zachodzącego przy ich ogrzewaniu lub pod wpływem enzymu. Jest to proszek koloru białego lub żółtawego, który z wodą tworzy roztwory koloidalne. Dodatek dekstryny zwiększa wytrzymałość wysuszonych wyrobów.

4.1.1. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie właściwości charakteryzują masy sypkie?
2. Jakie znasz wyroby ceramiczne formowane z mas sypkich?
3. Na czym polega dobór składników do mas sypkich?
4. Jakie wyróżnia się trzy dowolne właściwości nieplastycznych surowców ogniotrwałych?
5. Jakie stosuje się dodatki do mas sypkich?
6. Jaką rolę pełnią plastyfikatory w masie sypkiej?
7. Jakie kształty mogą mieć próbki masy sypkiej przeznaczone do badań?

4.1.2. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj analizę składu ziarnowego piasku kwarcowego metodą sitową oraz oceń jego przydatność do sporządzenia masy na wyroby krzemionkowe.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zaplanować kolejne czynności podczas prowadzenia analizy sitowej,
- 2) zapoznać się z dostępnymi opracowaniami,
- 3) przygotować niezbędny sprzęt do analizy sitowej,
- 4) pobrać średnią próbkę materiału do badań,
- 5) wysuszyć próbkę materiału do stałej masy,
- 6) odważyć 100 g wysuszonego piasku,
- 7) zestawić komplet sit ze wstrząsarką,
- 8) wsypać na sita odważony piasek,
- 9) przesiewać materiał (uruchomić wstrząsarkę),
- 10) ważyć z dokładnością do 0,01 g pozostałości z poszczególnych sit,
- 11) określić udział procentowy poszczególnych frakcji ziarnowych,
- 12) zestawić w tabeli uzyskane wyniki,

Tabela do ćwiczenia 1.

Nr sita	Udział % frakcji ziarnowej
2,00 mm	
1,00 mm	
0,50 mm	
0,25 mm	
0,12 mm	
0,063 mm	

- 13) uporządkować stanowisko pracy,
- 14) ocenić przydatność piasku (na podstawie jego uziarnienia) do zastosowania w masie na wyroby krzemionkowe,
- 15) zaprezentować wykonanie ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- notatnik,
- parowniczką porcelanową,
- waga o dokładności 0,01 g,
- znormalizowany komplet sit,
- suszarka,
- miękkie pędzle włosiane,
- papier błyszczący biały,
- łopatki,
- szkiełka zegarowe,
- literatura wskazana przez nauczyciela.

Ćwiczenie 2

Sporządź masę sypką szamotową w mieszarce zetowej, wg receptury umieszczonej w tabelce. Wiedząc, że masa przeznaczona będzie do formowania ręcznego, dobierz i dodaj do masy dodatek poprawiający cechy formiercze masy (w ilości 20 ml).

Tabela do ćwiczenia 2.Receptura robocza: masa sypka.

Składnik	Ilość
Szamot o uziarnieniu 0–3mm	1,4 kg
Gлина ogniotrwała G3	0,6 kg
Woda	300 ml

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać określone treści z poradnika,
- 2) przeanalizować przebieg ćwiczenia,
- 3) przygotować niezbędny sprzęt laboratoryjny,
- 4) sprawdzić stan techniczny mieszarki,
- 5) przygotować środki ochrony osobistej,
- 6) sprawdzić stan techniczny wagi,
- 7) odważyć surowce zgodnie z recepturą,
- 8) dobrać dodatek poprawiający cechy formiercze masy,

- 9) przygotować masę w mieszarce zgodnie z instrukcją stanowiskową obsługi urządzenia,
- 10) mieszać składniki na masę, aż uzyskasz jednorodność masy,
- 11) skontrolować organoleptycznie jednorodność masy,
- 12) przenieść gotową masę z koryta mieszarki do zbiornika na masę,
- 13) zabezpieczyć masę przed utratą wilgoci,
- 14) oczyścić sprzęt i uporządkować stanowisko pracy,
- 15) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- surowce wg receptury,
- dodatki do mas sypkich,
- mieszarka z mieszadłem zetowym,
- instrukcja obsługi mieszarki,
- instrukcja obsługi wagi,
- środki ochrony osobistej,
- waga,
- cylinder miarowy,
- pojemniki na surowce,
- zbiornik na masę.

Ćwiczenie 3

Zbadaj skurczliwość suszenia dla masy sypkiej szamotowej (przygotowanej w ćwiczeniu 2). Do badań przygotuj 3 próbki masy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać określone treści z poradnika,
- 2) zapoznać się z literaturą wskazaną przez nauczyciela [7],
- 3) przeanalizować kolejne czynności wykonywane podczas ćwiczenia,
- 4) zgromadzić niezbędny sprzęt,
- 5) uformować z masy sypkiej 3 próbki w kształcie walca,
- 6) zaznaczyć i odmierzyć żadaną wysokość dla walca (50 mm), odciąć nadmiar,
- 7) obliczyć objętość uformowanego walca – V ,
- 8) odstawić próbki do wysuszenia w suszarce w temperaturze 105–110°C,
- 9) suszyć 1–2 godzin do stałej masy,
- 10) wyjąć próbki z suszarni i wystudzić w ekcykatorze (około 0,5 godz.),
- 11) ważyć próbki do stałej masy (ewentualnie powtarzaj czynność 9–11),
- 12) zmierzyć wysokości walców wysuszonych,
- 13) obliczyć objętości poszczególnych walców po wysuszeniu – V_1 ,
- 14) obliczyć skurczliwość objętościową dla poszczególnych próbek według wzoru:

$$S_v = V - V_1 / V * 100\%$$
- 15) obliczyć średnią skurczliwość objętościową dla próbek,
- 16) podać wielkość skurczliwości suszenia dla masy sypkiej szamotowej,
- 17) zaprezentować wykonanie ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- norma tematyczna,
- masa sypka szamotowa,
- forma metalowa do formowania walców,
- olej formierski,
- przymiar z podziałką milimetrową,
- suszarka laboratoryjna,
- waga,
- eksykator,
- kalkulator,
- literatura wskazana przez nauczyciela.

Ćwiczenie 4

Określ podstawowe surowce do sporządzenia wybranych mas – uzupełnij tabelę. Wyboru surowców dokonaj ze zbioru zamieszczonego pod tabelą.

Tabela do ćwiczenia 4.

Typ masy sypkiej	Wybrany surowiec
krzemionkowa	
karborundowa	
magnezytowa	
chromitowo – magnezytowa	
korundowa	

Surowce: magnezyt: ruda chromowa: złom wyrobów własnych: kwarcyty: tlenek glinu: węgiel krzemu: piasek cyrkonowy: piasek kwarcowy: grafit: dolomit, spieczony tlenek magnezu

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać określone treści z poradnika,
- 2) zapoznać się z literaturą wskazaną przez nauczyciela,
- 3) przeanalizować zbiór surowców,
- 4) przedyskutować w grupie swoje propozycje,
- 5) dokonać doboru surowców,
- 6) uzupełnić tabelę,
- 7) zaprezentować wykonanie ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- literatura wskazana przez nauczyciela,
- zbiór nazw surowców.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) wymienić podstawowe surowce nieplastyczne na masy sypkie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) opisać zasadę dobierania uziarnienia w masach sypkich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wymienić własności mas sypkich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wyjaśnić znaczenie stosowania dodatków do mas sypkich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wymienić rodzaje wyrobów ceramicznych, które produkuje się z mas sypkich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) wymienić badania przeprowadzane dla mas sypkich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) samodzielnie wykonać badanie skurczliwości suszenia dla próbek mas sypkich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2. Metody formowania wyrobów z mas sypkich

4.2.1. Materiał nauczania

Teoria procesu formowania z mas sypkich

Formowanie jest operacją technologiczną, podczas której masie ceramicznej nadaje się kształt wyrobu. Sposób formowania, a zatem i konstrukcja maszyn do formowania wyrobów zależą od właściwości masy oraz od kształtu wyrobu[5] Wyroby z mas sypkich formuje się metodą przez prasowanie, która polega na wywieraniu nacisku na masę umieszczoną w formie. Jakość wyrobów formowanych z mas sypkich zależy od trzech grup czynników, a mianowicie:

- właściwości masy,
- stosowanych urządzeń i sposobów prasowania,
- kształtu i wymiarów formowanych wyrobów [2],

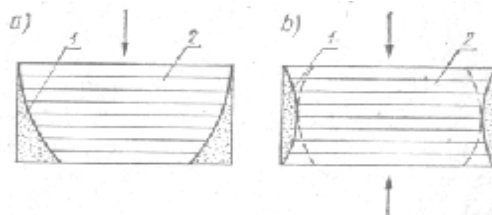
Do pierwszej grupy czynników zalicza się wilgotność, plastyczność i skład granulometryczny mas przeznaczonych do formowania. Masy wilgotne zagęszczają się łatwiej, masy mniej plastyczne zagęszczają się równomierniej, a na dokładne wypełnienie przestrzeni korzystnie wpływa zróżnicowana wielkość ziarn masy.

W drugiej grupie wymienia się głównie cztery czynniki: wielkość nacisku jednostkowego, wielostopniowość prasowania, jedno – lub dwustronne prasowanie, czas maksymalnego nacisku.

Nacisk jednostkowy stosowany podczas prasowania kształtek z różnych mas nie może być za mały, bo ziarna masy nie zostaną dokładnie sprasowane. Nie może być również za duży, przekraczający wytrzymałość mechaniczną na ściskanie ziaren masy. Spowodować mogłoby to zniszczenie składu granulometrycznego i w konsekwencji wady formowania. Naciski jednostkowe podczas prasowania są bardzo zróżnicowane, zależnie od właściwości masy: na ogół wynoszą od 10 do 300 MPa.

W celu właściwego odpowietrzenia masy podczas prasowania wskazane jest stosowanie dwu, a jeszcze lepiej, trójstopniowego sprasowania. Pierwsze sprasowanie powinno odbyć się minimalnym naciskiem, drugie – połową maksymalnego nacisku i trzecie – całym maksymalnym naciskiem. Po każdorazowym sprasowaniu następuje zwolnienie nacisku stempla, co umożliwi odprowadzenie powietrza z masy.

Znacznie lepsze od jednostronnego jest prasowanie dwustronne. Naprężenia w masie podczas prasowania rozchodzą się po liniach prostopadłych do kierunku prasowania (równoległe do powierzchni stempla). Siły spójności cząstek oraz siły tarcia cząstek o ścianki formy przeciwstawiają się zagęszczeniu masy. Na rysunku 3 pokazano zagęszczenie się mas podczas jedno – i dwustronnego prasowania. Masa 1 jest mniej sprasowana, masa 2 sprasowana jest właściwie. Masa położona dalej od stempla jest gorzej sprasowana. Ilość masy gorzej sprasowanej podczas jednostronnego prasowania jest większa. Wynika stąd, że formy powinny być tak skonstruowane, aby kierunek prasowania był zawsze równoległy do najmniejszej wysokości wyrobu.



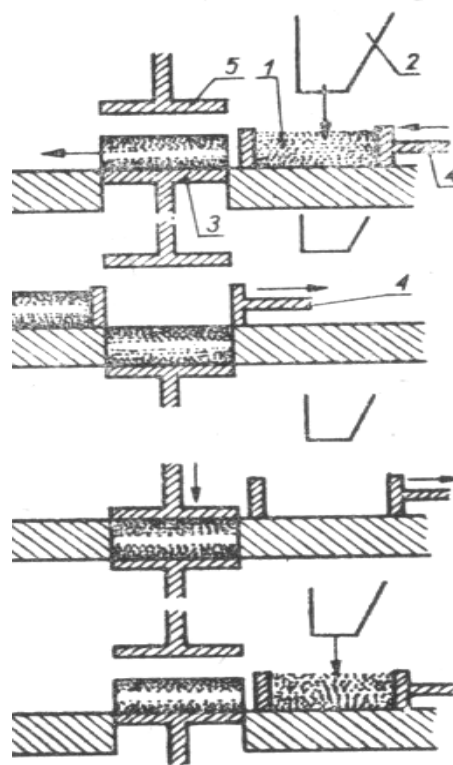
Rys. 3. Rozkład naprężeń w masie podczas prasowania: a) prasowanie jednostronne, b) prasowanie dwustronne

Bardzo ważnym zagadnieniem jest czas działania na masę największego ciśnienia. Powinien być on jak najdłuższy. Czas ten zależy głównie od rodzaju zastosowanych urządzeń.

Przebieg procesu formowania

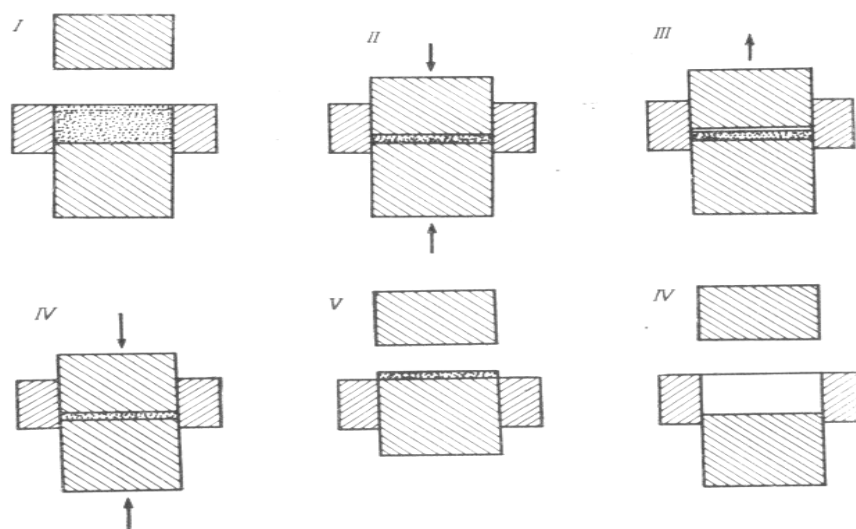
Prasowanie polega na wywieraniu nacisku na masę znajdującą się w formie. Forma, w której odbywa się prasowanie, jest negatywem wyrobu. Składa się ona z żeliwnej obudowy, wewnątrz której znajdują się wymienne wkładki, oraz – z górnego i dolnego tłoczniaka. Wkładki i tłoczniaki wykonuje się z utwardzonej stali; ich powierzchnie robocze są szlifowane.

Przebieg formowania wyrobów z mas sypkich (rysunek 4) opisano poniżej. W I etapie następuje przesuwanie pojemnika 1 z masą sypką w kierunku formy i równoczesne zepchnięcie uformowanego wyrobu. W II etapie tłocznik dolny opada i forma wypełnia się masą. W III etapie następuje prasowanie, najczęściej obustronne, tzn. przez naciskanie masy tłocznikiem górnym 5 i dolnym 3. W IV etapie tłocznik dolny wypycha uformowany wyrób i równocześnie następuje napełnienie pojemnika 1 masą sypką ze zbiornika 2. Opisane etapy: I, II, III, IV nazywane są cyklem formowania.



Rys. 4. Proces formowania przez prasowanie dla mas sypkich: 1 – bloczek masy, 2 – zbiornik masy sypkiej, 3 – tłocznik dolny, 4 – popychacz, 5 – tłocznik górny [5, s. 153]

Źródłem siły wywołującej nacisk na tłocznik może być mechanizm śrubowy, mimośrodowy, kolankowo – dźwigniowy lub też napęd hydrauliczny. Zasilanie form bloczkami lub masą sypką, jak i zdejmowanie uformowanych wyrobów może odbywać się ręcznie lub mechanicznie ze sterowaniem ręcznym lub automatycznym.



Rys. 5. Cykl prasowania płytek ściennych: I – napełnienie formy, II – pierwsze prasowanie, III – zwolnienie nacisku, IV – drugie prasowanie, V – wypchnięcie płytki, VI – forma gotowa do napełnienia [4, s. 108]

Urządzenia do formowanie przez prasowanie

Grupyfikacja pras

W zależności od sposobu formowania maszyny te dzieli się na prasy do jednostronnego i dwustronnego prasowania oraz na jedno – i wielostopniowe.

Ze względu na zasadę działania prasy dzieli się na: prasy mechaniczne i hydrauliczne.

W prasach mechanicznych wysokość prasowanych wyrobów zależy od kinematyki mechanizmów prasowania i regulacji mechanizmów współpracujących z nimi.

W prasach hydraulicznych, działających ze stałym i określonym ciśnieniem, wysokość formowanych wyrobów zależy od ilości masy zasypanej do formy [5]

Zależnie od konstrukcji prasy dzieli się na: prasy mimośrodowe, kolankowo-dźwigniowe, obrotowe (rewolwerowe), rotacyjne, śrubowe (cierne), mechaniczno-hydrauliczne, hydrauliczne i udarowe.

Prasa kolankowo-dźwigniowa

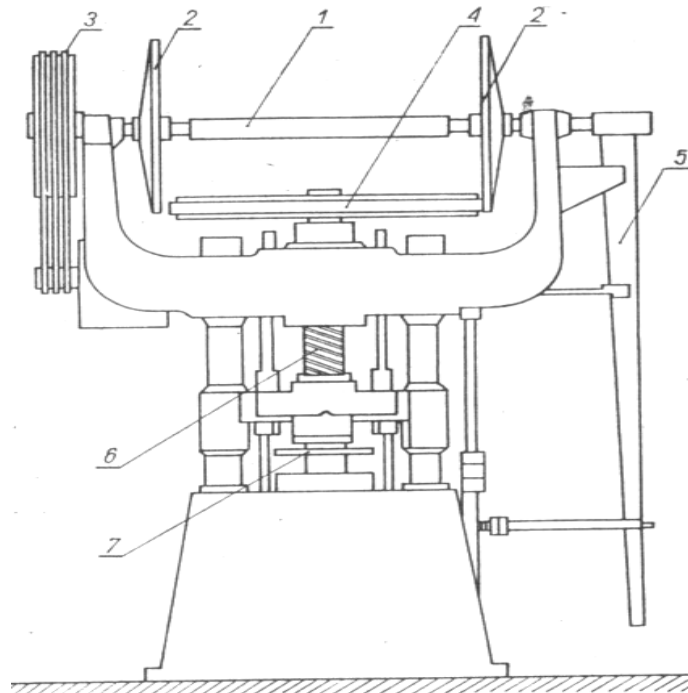
Stosuje się te prasy do formowania płytek okładzinowych i podłogowych. Są to prasy automatyczne, w których zasilanie formy masą, odbiór uformowanych kształtek oraz prasowanie odbywają się automatycznie. Docisk dolnego stempla odbywa się za pośrednictwem sterowanego mechanicznie układu hydraulicznego. Docisk górnego stempla jest mechaniczny. Prasy te charakteryzuje dwustronny nacisk oraz dwustopniowe prasowanie.

Prasa cierna (śrubowa)

Prasy cierne produkują się w różnych wielkościach zależnie od wymaganego całkowitego nacisku oraz od rodzaju i wielkości kształtek, do których produkcji są przeznaczone. W prasach tych uzyskuje się naciski do 40 MPa. Budowa prasy ciernej (rysunek 6) i zasada jej działania są następujące: Na poziomym wale 1 są osadzone pionowo dwie tarcze cierne 2. Na wał, a wraz z nim na obie tarcze cierne przekazuje się napęd z silnika za pośrednictwem koła pasowego 3. Oprócz ruchu obrotowego wał wraz z tarczami może wykonywać przesuw poziomy w jedną lub drugą stronę. Wskutek tego każda z pionowych tarcz może na przemian zbliżać się do poziomego koła zamachowego 4 lub oddalać się od niego. Ruch poziomy wału, a wraz z nim i tarcz pionowych jest sterowany ręcznie za pośrednictwem dźwigni 5. Koło zamachowe 4 jest obciążone skórą lub gumą na swym obwodzie zewnętrznym. Przesuwając i dociskając jedną z dwu pionowych obracających się tarcz ciernych do koła zamachowego, wprowadza się je w ruch obrotowy przez tarcie. Piasta koła zamachowego jest osadzona na

pionowym wale śrubowym 6, na którego przeciwnym końcu jest umocowany stempel 7. Wraz z kołem zamachowym, zależnie od kierunku jego obrotu, podnosi się lub opuszcza wał śrubowy ze stemplem.

Forma może być nieruchoma lub ruchoma. Formę ruchomą wysuwa się spod stempla i, po napełnieniu masą, przesuwa z powrotem pod stempel za pomocą odpowiedniej dźwigni. Dno formy jest ruchome (stempel dolny). Podczas prasowania kształtki przez stempel górny dno formy pozostaje nieruchome. Po sprasowaniu kształtki, gdy stempel górny zaczyna się podnosić, dno formy również przesuwa się ku górze, powodując wypchnięcie kształtki z formy[3].



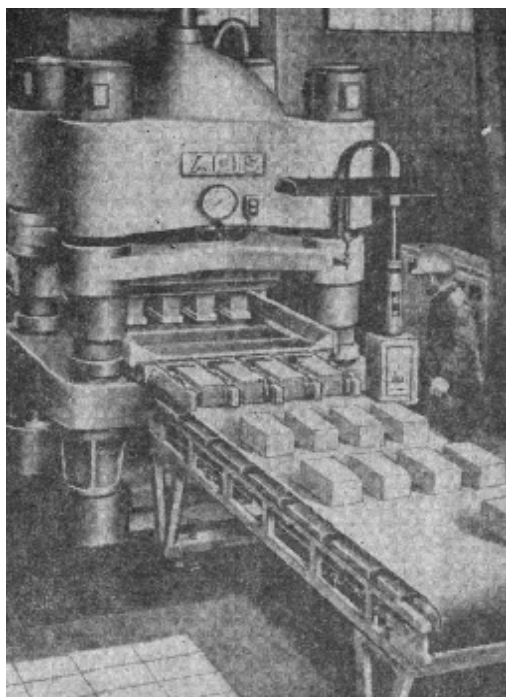
Rys. 6. Prasa cierna (opis w tekście powyżej) [3, s. 231]

Prasa hydrauliczna

W prasach hydraulicznych uzyskuje się bardzo wysokie ciśnienie prasowania. Do prasowania wyrobów ogniotrwałych stosuje się różne prasy hydrauliczne, na przykład Ostwin – Spenglera, Riddela, Boyde`a, Dorsta, Laeisa. Najbardziej racjonalny z punktu widzenia technologicznego przebieg prasowania uzyskuje się w prasach Ostwin – Spenglera. Można w nim wyróżnić osiem operacji: 1) napełnienie formy, 2) pierwsze prasowanie pod ciężarem własnym (bez ciśnienia) stempla górnego, 3) lekkie uniesienie stempla górnego w celu odpowietrzenia masy, 4) drugie sprasowanie pod ciśnieniem 10–12 MPa z użyciem obydwu stempli (górnego i dolnego), 5) drugie odpowietrzenie przez osłabienie nacisku dolnego stempla, gdy górny ciśnie tylko własnym ciężarem, 6) trzecie prasowanie obydwoma stemplami do nacisku 20–25 MPa, 7) cofnięcie stempla górnego i wypchnięcie wyrobu dolnym stemplem, 8) oczyszczenie szczotkami powierzchni ściskających stempli.

Pełny cykl operacji trwa 6–10 sekund. Stół prasy ma 8 gniazd, do których zsypuje się masa z zasobnika. Podczas obracania się stołu gniazda trafiają między stemple. Bezpośrednio przy stole prasy znajduje się przenośnik taśmowy, który odbiera sprasowaną surówkę. Wydajność tej prasy wynosi 13,5 tys. sztuk prostek na zmianę (8 godzin).

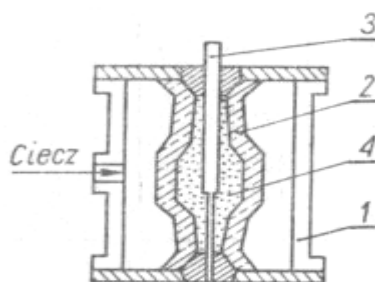
Nowoczesną prasę mechaniczno-hydrauliczną czterogniazdową typu Laeis, działającą podobnie jak wyżej opisana, przedstawiono na rysunku 7.



Rys. 7. Prasa hydrauliczna [3, s. 233]

Prasa izostatyczna

Do formowania cienkościennych lub wydłużonych wyrobów ceramicznych, produkowanych z mas sypkich o niskiej zawartości wilgoci, stosuje się prasy izostatyczne. Prasowanie izostatyczne polega na wywieraniu na masę ciśnienia jednakowego we wszystkich kierunkach. Formy mające kształt przyszłego wyrobu są wykonane z gumy. Wypełnia się je sproszkowaną masą, umieszcza w środowisku ciekłym i wywiera na ciecz wysokie ciśnienie. Pod wpływem przyłożonego ciśnienia następuje ściśnięcie masy równomiernie ze wszystkich stron, gdyż jak wiadomo, ciśnienie w cieczach rozchodzi się we wszystkich kierunkach jednakowo. W wyniku opisanych operacji uzyskuje się równomiernie sprasowany półfabrykat. Po usunięciu ciśnienia forma odstaje od wyrobu, umożliwiając jego wyjęcie i ponowne wypełnienie formy masą [4] Schemat urządzenia do formowania izostatycznego przedstawia rysunek 8.



Rys. 8. Urządzenie do formowania izostatycznego: 1 – pojemnik, 2 – forma gotowa, 3 – rdzeń metalowy, 4 – masa [4, s. 110]

Masę przygotowuje się tak jak do formowania przez prasowanie z mas półsuchych w formach stalowych. Najlepiej nadaje się do prasowania granulaty uzyskany przez suszenie rozpyłowe gęstwy, gdyż zapewnia on równomierne wypełnienie formy masą. Dla nadania

półfabrykatom odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej stosuje się do mas plastyfikatory, takie jak alkohol poliwinylowy, dekstryna, wosk i inne.

Jako ciecz przenoszącą ciśnienie stosuje się najczęściej glicerynę, z uwagi na to, że jest mało ściśliwa, łatwo dostępna i tania. Można stosować także wodę lub oleje hydrauliczne. W warunkach przemysłowych stosuje się ciśnienie do 15 MPa. Zaletą omawianej metody jest możliwość formowania wyrobów o kształcie podłużnym, czyli o stosunku wysokości do średnicy wyrobu znacznie większym niż 1. Formowany wyrób ma duży i równomierny stopień zagęszczenia, małą skurczliwość wypalania i nie wykazuje skurczliwości suszenia. Wypalone wyroby wykazują największą stałość właściwości w porównaniu z wyrobami formowanymi innymi metodami. Prasowanie izostatyczne nadaje się do zautomatyzowania.

Formowanie ręczne z mas sypkich

Kształtki duże o masie powyżej 50 kg, wyroby pojedyncze o skomplikowanych nietypowych kształtach i inne elementy, których mechaniczne formowanie jest niemożliwe lub nieopłacalne, formuje się przez ubijanie z mas sypkich. Konsystencja i wilgotność masy oraz sposób jej przygotowania są takie jak do formowania metodą prasowania. Masę układa się w formach stalowych, ubijając ją warstwami. Ubijanie rozpoczyna się od naroży, potem po przekątnych, wzdłuż ścian form i na koniec, całą powierzchnię równomiernie. W celu zwiększenia wytrzymałości formowanych wyrobów oraz dla lepszego zagęszczenia dodaje się do masy 0,5–1,0% ługu posulfitowego. Masę ubija się ubijakiem pneumatycznym lub elektrycznym. Wilgotność formowanych wyrobów ogniotrwałych nie przekracza 8%. Wyroby poprawnie uformowane metodą ubijania nie ustępują wyrobom prasowanym. Metoda ta jest jednak pracochłonna, a wydajność jednego formierza w przeliczeniu na masę wyrobów wynosi 75–150 kg/godz. Jakość formowanych wyrobów jest w dużym stopniu uzależniona od kwalifikacji formierza.

Wady i zalety formowania metodą prasowania

Formowanie wyrobów metodą prasowania na prasach mechanicznych i hydraulicznych ma wiele zalet, a mianowicie:

- znacznie krótszy czas suszenia, gdyż masa sypka zawiera niewiele wody,
- mniejszy skurcz całkowity wyrobu, co korzystnie wpływa na wytrzymałość kształtek w stanie surowym,
- większa wytrzymałość na ściskanie,
- większa ogniotrwałość pod obciążeniem,
- duża dokładność wymiarów i kształtów.

Formowanie na prasach posiada oczywiście i swoje ujemne cechy, których jest niewiele, a mianowicie:

- małe dopuszczalne wahanie wilgotności masy,
- ciśnienie wywierane przy prasowaniu, powinno być tak samo ściśle ustalone dla danego rodzaju masy,
- trudność uzyskania jednolitego zagęszczenia.

Zalety pras:

- duża wydajność,
- podawanie masy do form, cykle prasowania i odbiór uformowanych kształtek jest automatyczne,
- łatwa regulacja wielkości zasypu masy do form,
- automatyczne spryskiwanie wnętrza form olejem formierczym,
- łatwa wymiana form i stempli prasujących.

Wady pras:

- ograniczony kształt formowanych wyrobów,
- nierównomierność zagęszczenia kształtek wzdłuż kierunku przykładania ciśnienia,
- szybkie zużywanie się form stalowych

4.2.2. Pytania sprawdzające

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

1. Co rozumiesz przez pojęcie prasowanie półfabrykatów?
2. Co oznacza prasowanie wielostopniowe?
3. Od czego zależy jakość formowanych wyrobów?
4. Jaki wzróż się podział pras do formowania metodą prasowania?
5. Co się składa na cykl formowania przez prasowanie?
6. Kiedy formujemy wyroby z mas sypkich ręcznie?
7. Jakie są zalety formowania z mas sypkich na prasach?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj formowanie kształtki szamotowej metodą ręczną.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z określonymi treściami z poradnika,
- 2) przeanalizować kolejność czynności formowania ręcznego,
- 3) przygotować stanowisko pracy z narzędziami,
- 4) dobrać formę stalową,
- 5) zapoznać się z instrukcją obsługi ubijaka elektrycznego,
- 6) przygotować środki ochrony osobistej,
- 7) zgromadzić masę sypką szamotową,
- 8) przygotować do formowania formę (smarowanie olejem formierczym),
- 9) przystąpić do formowania kształtki, zgodnie z instrukcją,
- 10) wyjąć z formy uformowany wyrób,
- 11) odstawić półfabrykat do suszenia,
- 12) uporządkować stanowisko pracy,
- 13) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- literatura wskazana przez nauczyciela,
- masa sypka szamotowa,
- forma stalowa,
- ubijak elektryczny lub młotek pneumatyczny,
- narzędzia: strychulec, łopata, młotek drewniany,
- środki ochrony indywidualnej,
- instrukcja obsługi ubijaka elektrycznego lub młotka pneumatycznego.

Ćwiczenie 2

Uformuj prostki ogniotrwałe na ręcznej prasie hydraulicznej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z literaturą zaproponowaną przez nauczyciela,
- 2) zgromadzić masę sypką na określony wyrób ogniotrwały,
- 3) sprawdzić stan techniczny prasy zgodnie z instrukcją obsługi prasy,
- 4) przygotować formę do formowania prostek (smarowanie olejem formierskim),
- 5) zapoznać się z danymi technicznymi formowania określonej prostki,
- 6) odmierzyć porcję masy (wagowo lub objętościowo),
- 7) zasypać masę do formy,
- 8) ustawić osłony bezpieczeństwa,
- 9) przystąpić do formowania dwustopniowego – uruchomić stempel,
- 10) kontrolować parametry prasowania,
- 11) wypchnąć z formy sprasowany wyrób,
- 12) wstrzymać pracę prasy,
- 13) usunąć osłony bezpieczeństwa,
- 14) odstawić do suszenia uformowany półfabrykat,
- 15) oczyścić formę i przystąpić do czynności 4–13.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- ręczna prasa hydrauliczna,
- masa sypka ogniotrwała,
- instrukcja obsługi prasy hydraulicznej,
- dane techniczne formowanych prostek,
- olej formierski,
- literatura wskazana przez nauczyciela.

4.2.4. Sprawdzenie postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) wyjaśnić zasadę prasowania półfabrykatów ceramicznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) sklasyfikować prasy do formowania metodą prasowania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) omówić cykl prasowania na prasie hydraulicznej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wyjaśnić, zasadę działania pras izostatycznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) omówić zalety i wady pras do formowania z mas sypkich ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3. Ocena wyrobów formowanych z mas sypkich oraz bezpieczeństwo i higiena pracy podczas procesu formowania

4.3.1. Materiał nauczania

Ocena jakości wyrobów formowanych z mas sypkich

Jakość wyrobów uformowanych zależy bezpośrednio od tego, na ile opanowaliśmy rozpoznawanie wad procesu formowania i ich przyczyny. Znając przyczyny powstających wad możemy je eliminować, formując dobrej jakości półfabrykaty.

Do najczęściej występujących wad powstałych w procesie prasowania z mas sypkich należy zaliczyć:

- rozwarstwianie się wyrobów,
- pęknięcia w procesie suszenia,
- nieprawidłowe wymiary półfabrykatów.

Przyczyn rozwarstwiania się kształtek podczas prasowania może być bardzo dużo, między innymi:

- za sucha lub za wilgotna masa,
- masa zbyt plastyczna,
- niewłaściwy skład granulometryczny masy (dotyczy to zwłaszcza mas zmielonych zbyt drobno),
- niewłaściwe odpowietrzenie masy (szczególnie podczas jednostopniowego prasowania),
- zbyt duże ciśnienie prasowania i inne.

Pęknięcia półfabrykatów w procesie suszenia lub ich deformacja występuje głównie z powodu nierównomiernego sprasowania masy lub niejednakowej jej wilgotności.

Nieprawidłowe wymiary wyrobu są wynikiem prasowania na zużyty (wytartych) formach (matrycach) lub niewłaściwej wilgotności masy. Jedna forma (matryca) może być użyta do formowania nie więcej niż 150 tysięcy sztuk wyrobów, w wyjątkowych wypadkach do 500 tysięcy sztuk. W celu przedłużenia żywotności matryc projektuje się je ze specjalnymi wkładkami, które łatwo i szybko można wymienić. Formy powinny być bardzo dokładnie wykonane, a powierzchnie formujące oszlifowane i wypolerowane.

Kontrola wyrobów po uformowaniu

Kontrola taka jest niezbędna, gdy formowanie prowadzi się na prasach obsługiwanych ręcznie i w przypadku wyrobów formowanych metodami ręcznymi. Na obsługę pras ręcznych przez formierza składa się dozowanie (wagowe lub objętościowe) porcji masy do formy, prasowanie, odbiór uformowanej kształtki. Formierz dokonuje wówczas oględzin cech zewnętrznych wyrobu, to znaczy sprawdza stan naroży, krawędzi i całej powierzchni oraz za pomocą przymiaru sprawdza wymiary wyrobu. Przy użyciu metalowego kątownika, formierz sprawdza ewentualne odchyłki od kąta prostego. Odpowiednio do wymagań jakościowych po takiej kontroli wyrób trafia do suszenia lub jest przerabiany na masę.

Bezpieczeństwo człowieka podczas formowania z mas sypkich

Pracownik działu formowni wyrobów z mas sypkich narażony jest na hałas, pył i drgania mechaniczne. Drgania mechaniczne są miejscowe, czyli przenikające do organizmu człowieka przez kończyny górne. Dotyczy to formierza ręcznego, który formuje półfabrykaty przy użyciu młotków pneumatycznych. Wibracja pochodząca od tych urządzeń, może spowodować zmiany chorobowe w organizmie człowieka. Są to zaburzenia w układzie krążenia – zespół „białych palców”, w układzie nerwowym (na przykład bezsenność, nadpobudliwość), w układzie kostno-stawowym, pokarmowym, zaburzenia ogólne (wzroku, mowy, osłabienie, zawroty głowy).

Metody ograniczenia zagrożeń drganiami mechanicznymi, to: skracanie czasu narażenia na drgania, stosowanie przerw i odpoczynków. Mechaniczne działanie pras lub młotków pneumatycznych powoduje wyzwalanie hałasu. Skutki hałasu, to: uszkodzenie słuchu, nerwice, zwiększona pobudliwość, bezsenność, bóle głowy, zmniejszony refleks, nadciśnienie tętnicze krwi, choroby wrzodowe, zaburzenia równowagi i dotyku.

Metody ograniczenia hałasem polegają na stosowaniu przerw w pracy i ograniczeniu czasu na hałaśliwych stanowiskach. Formierz formowania metodą ręczną powinien chronić się przed hałasem poprzez: stosowanie wkładek przeciwhałasowych jednorazowych lub wielokrotnego użytku, nauszników, hełmów przeciwhałasowych.

Bezpośrednia obsługa pras jest bezpieczna pod warunkiem, że się przestrzega przepisów bhp na stanowisku obsługi określonej maszyny. Obecnie stosuje się następujące zabezpieczenia na stanowisku formierza mechanicznego: osłony, zapory, ogrodzenia stałe lub przenośne, fotokomórki, blokady mechaniczne, samoczynne wyłączanie zasilania, bezpieczniki itp.

4.3.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jakie najczęściej zdarzają się wady procesu prasowania?
2. W jaki sposób można przedłużyć żywotność form do formowania metodą prasowania?
3. W jaki sposób można eliminować nieprawidłowe wymiary wyrobów powstające w czasie prasowania?
4. Jakie są podstawowe zabezpieczenia stosowane przy obsłudze pras hydraulicznych?
5. Jakie są podstawowe zasady ochrony osobistej formierza, podczas formowania z użyciem młotków pneumatycznych?
6. Jakie badania wykonuje formierz, bezpośrednio po uformowaniu wyrobu z masy sypkiej?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj podstawowe badanie kontrolne dla wyrobów uformowanych ręcznie.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zapoznać się z treścią poradnika,
- 2) zgromadzić półfabrykaty do badania,
- 3) przygotować przymiar z podziałką milimetrową,
- 4) przygotować kątownik metalowy,
- 5) przystąpić do oględzin półfabrykatów,
- 6) sprawdzić stan naroży, krawędzi i powierzchni,
- 7) sprawdzić wymiary,
- 8) sprawdzić kąty proste wyrobów,
- 9) opisać każdy półfabrykat,
- 10) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- półfabrykaty do badań,
- przymiar,
- kątownik metalowy.

Ćwiczenie 2

Określ jakość wyrobów uformowanych z mas sypkich, poprzez wyliczenie wad zaobserwowanych na wyrobach i podanie przyczyn zaistniałych wad.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) przeczytać określone treści z poradnika,
- 2) obejrzeć dostępne (przygotowane przez nauczyciela) wadliwe wyroby uformowane z masy sypkiej,
- 3) ustalić widoczne wady obniżające jakość wyrobu,
- 4) określić przyczyny zaistniałych wad,
- 5) przedyskutować swoje pomysły w małej grupie,
- 6) opisać wyroby podając wady i ich przyczynami,
- 7) zaprezentować wykonane ćwiczenie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- poradnik,
- wyroby wadliwe,
- literatura zaproponowana przez nauczyciela.

4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) przeprowadzić podstawowe badania kontrolne bezpośrednio po uformowaniu półfabrykatów?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) omówić zmiany chorobowe w organizmie człowieka powstałe w wyniku wibracji i hałasu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wskazać przyczyny najczęstszych wad procesu prasowania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) stosować ubijaki, młotki pneumatyczne?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wyjaśnić, jakie są zasady bezpieczeństwa obsługi pras mechanicznych i hydraulicznych?	<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 20 zadań odnośnie formowania wyrobów z mas sypkich. 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: 16–20, gdyż są one na poziomie trudniejszym niż pozostałe.
9. Na rozwiązanie testu masz 30 minut.

Powodzenia!

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Masa sucha zawiera
 - a) 2–6% wilgotności.
 - b) 6–12% wilgotności.
 - c) 15–20% wilgotności.
 - d) 25–35% wilgotności.

2. Najlepszą jest masa zawierająca
 - a) jedną frakcję ziarnową.
 - b) dwie frakcje ziarnowe.
 - c) co najmniej trzy frakcje ziarnowe.
 - d) nie ma znaczenia ilość frakcji.

3. Do ogniotrwałych materiałów ceramicznych nie zaliczamy wyrobów
 - a) krzemionkowych.
 - b) fajansowych.
 - c) magnezytowych.
 - d) cyrkonowych.

4. Wyrób o małej porowatości uzyskuje lepszą
 - a) nasiąkliwość.
 - b) wytrzymałość mechaniczną.
 - c) gazoprzepuszczalność.
 - d) izolacyjność cieplną.

5. Podstawowym składnikiem mas krzemionkowych jest
 - a) dolomit.
 - b) wapień.
 - c) glina surowa.
 - d) kwarcyt.

6. Najważniejszą właściwością nieplastycznych surowców ogniotrwałych jest
 - a) ogniotrwałość zwykła.
 - b) plastyczność.
 - c) zawartość wody pokładowej.
 - d) skurczliwość całkowita.

7. Ług posiarzynowy dodaje się do mas sypkich w celu
 - a) przyspieszenia procesu wypalania.
 - b) poprawy właściwości formierczych masy.
 - c) upłynnienia masy.
 - d) zmiany koloru wyrobu gotowego.

8. Dodatki uplastyczniające masę sypką podaje się w ilości
 - a) 40–45%.
 - b) 20–25%.
 - c) 8–15%.
 - d) 0,5–3%.

9. Jakość wyrobów formowanych z mas sypkich nie zależy od
 - a) właściwości masy.
 - b) zastosowania wyrobów gotowych.
 - c) stosowanych urządzeń.
 - d) sposobów prasowania.

10. Formy używane w prasach hydraulicznych wykonane są
 - a) z gipsu.
 - b) z gumy.
 - c) ze stali.
 - d) z tworzywa sztucznego.

11. Najlepsze zagęszczenie masy sypkiej uzyskuje się poprzez prasowanie
 - a) jednostronne górne.
 - b) jednostronne dolne.
 - c) dwustronne.
 - d) izostatyczne.

12. Dwie tarcze cierne to element konstrukcyjny prasy
 - a) śrubowej.
 - b) hydraulicznej.
 - c) mimośrodowej.
 - d) obrotowej.

13. Do pras izostatycznych przygotowuje się formy
 - a) stalowe.
 - b) gumowe.
 - c) gipsowe.
 - d) plastikowe.

14. Kształtki duże powyżej 50 kg formuje się metodą
 - a) mechaniczną.
 - b) odlewniczą.
 - c) kombinowaną.
 - d) ręczną z użyciem młotków elektrycznych.

15. Skutkiem działania hałasu na organizm ludzki nie jest
 - a) uszkodzenie słuchu.
 - b) bóle głowy.
 - c) zwiększona pobudliwość.
 - d) zespół „białych palców”.

16. Próbkę do badań masy sypkiej o wilgotności do 6%, przygotowuje się w postaci
 - a) beleczek.
 - b) cegiełek.
 - c) walców.
 - d) sześciątów.

17. Równomierne zagęszczenie masy we wszystkich kierunkach, podczas formowania jest charakterystyczne dla prasy
- a) ciernej.
 - b) hydraulicznej.
 - c) izostatycznej.
 - d) kolankowo-dźwigniowej.
18. Zaletą pras do formowania przez prasowanie nie jest
- a) duża wydajność.
 - b) ograniczony kształt formowanych wyrobów.
 - c) łatwa wymiana form.
 - d) łatwa regulacja wielkości zasypu masy do form.
19. Wadą pras do formowania z mas sypkich jest
- a) duża wydajność.
 - b) automatyczne spryskiwanie wnętrza form olejem.
 - c) szybkie zużywanie się form stalowych.
 - d) łatwa wymiana stempli prasujących.
20. Rozwarstwianie się kształtki podczas prasowania nie spowodowane jest
- a) zużytymi formami.
 - b) masą zbyt plastyczną.
 - c) niewłaściwym składem granulometrycznym.
 - d) za dużym ciśnieniem prasowania.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i Nazwisko:.....

Formowanie wyrobów z mas sypkich

Zakreśl poprawną odpowiedź.

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	
Razem:					

6. LITERATURA

1. Dobrzyński Sł.: Materiałoznawstwo szklarskie i ceramiczne. WSiP, Warszawa 1978
2. Fis B., Wszyńska B.: Zarys technologii ceramiki. WSiP, Warszawa 1986
3. Kordek M., Kleinrok D.: Technologia ceramiki część II. WSiP, Warszawa 1992
4. Kordek M., Kleinrok D.: Technologia ceramiki część II. WSiP, Warszawa 1992
5. Rospond M.: Maszyny i urządzenia przemysłu ceramicznego. WSiP, Warszawa 1984
6. Rusicki A., Raabe J.: Pracownia technologiczna ceramiki. WSiP, Warszawa 1983