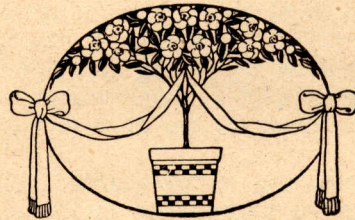


JÓZEF MODZELEWSKI
INŻYNIER HUTNICZY

CERAMIKA



KRAKÓW 1925
NAKŁADEM AUTORA



BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ



III 33823

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE.

ODBITO CZCIONKAMI DRUKARNI „ORBIS“ W KRAKOWIE, DĘBNIKI, UL. BARSKA L. 41.



Akc. Nr. 1519/51
BIBLIOTEKA CYFROWA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ

Ceramika albo technologia ceramiczna (od greckiego słowa „keramos“ oznaczającego wyroby z gliny) jest nauką traktującą o wyrobach z gliny, a że w przyrodzie mamy rozmaite rodzaje glin, z których możemy otrzymywać różnorodne wyroby począwszy od zwyczajnych cegieł, a kończąc na porcelanie, to stosownie do rodzaju gliny i otrzymywanych z niej wyrobów, ceramika dzieli się na działy, traktujące o różnych co do gatunku i właściwości wyrobach.

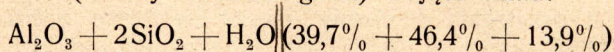
W hutnictwie mają zastosowanie oprócz wyrobów ogniotrwałych gliniastych inne wyroby ogniotrwałe jak krzemionkowe (dynamowe), magnezytowe, dolomitowe, węglowe, chromowe i karborundowe, które ze względu na ich duże zastosowanie, opisanie wyrobu oraz ich własności, włączyłem do właściwej ceramiki.

CEGIELNICTWO.

Gliny są tworami geologicznymi wtórnego pochodzenia; są one produktami rozkładu skał, zawierających, w swym składzie skalenie, zeolity, blendę rogową i łyszczyki; do skał takich należą: granity, gnejsy, syenity, porfiry, apłity, liparyty i inne.

Pod wpływem powietrza i wody następuje rozkład tych skał i minerały skaleniowe (ortoklaz, sanidin, albit, oligoklaz, labrador i anortyt) przechodzą w kaolin albo raczej w substancję glinową, przytem części rozpuszczalne w wodzie zostały wypłukane, a nierozpuszczalne pozostały jako mniej lub więcej zanieczyszczona domieszkami masa substancji glinowej.

Czysta substancja glinowa (wodny krzemian glinu) mająca skład:



trafia się w przyrodzie w postaci rzadkiego minerału — kaolinitu, występującego w postaci białego proszku, składającego się z drobnych tabliczkowatych kryształów, ułożonych czasami wachlarzowato. Skład chemiczny kaolinitu odpowiada czystej substancji glinowej i jeżeli jest ona mało zanieczyszczona domieszkami kwarcu i łyszczyku, stanowi tak zwany kaolin albo glinę porcelanową, która jest mało plastyczną. Kaoliny znajdują się na złożach pierwotnych, to jest na miejscach zwietrzałych skał, z których wskutek ich wietrzenia powstały.

Kaoliny, zawierające większe ilości zanieczyszczeń, przytem przeniesione na inne miejsca ze swych złóż pierwotnych, mniej lub więcej plastyczne, nazywamy glinami ogniotrwałymi. Kaoliny, zawierające oprócz innych domieszek duże ilości piasku, stanowią gliny zwyczajne, a jeżeli oprócz tego zawierają duże ilości ~~wapnia~~ ^{wapnia}, to nazywamy je margłami.

Gliny zwyczajne są koloru żółtawego do brunatnego włącznie i różnych odcieni szarego. Zależnie od ilości zawartego w glinie piasku rozróżniamy gliny tłuste i chude; co do budowy, to rozróżniamy gliny twarde (łupkowate) i miękkie (ziemiste). Gliny chude są łatwiej obrabialne od glin tłustych, oprócz tego przy wypalaniu mniej się kurczą. Mając do rozporządzenia gliny tłuste, aby zapobiec silnemu kurczeniu ^{ich} przy wysychaniu i wypalaniu, dodajemy przy przerabianiu środków schudzających. Przerabiając gliny łupkowate, aby otrzymać z nich plastyczną masę, zdatną do wyrobu, musimy obrabiać je specjalnymi zmielczającymi maszynami, z których są w największym użyciu młyny kołowe i rzutowe.

Z domieszek trafiających się w glinach zwyczajnych, najszkodliwszymi są domieszki w postaci ziarn kredy, piryków i gipsu; jeżeli są one w większych ilościach, wówczas należy je bezwzględnie z gliny usunąć, najprostszym i najczęściej używanym sposobem jest tu zastosowanie odmacania. Przeróbka ta jest kosztowną i dlatego wobec obfitości w przyrodzie dobrych glin, zastosowanie jej jest bardzo rzadkie. Częściej zastoso-^{wy}wała się odmacanie gliny dla poprawienia jej własności przy fabrykacji lepszych wyrobów cegielnianych, jak dachówki, cegły licowej i sączków.

Celem otrzymania dobrych wyrobów zaleca się, aby wydobyta glina dłuższy czas leżała na powietrzu i podlegała wpływom atmosferycznym. Wietrzenie wpływa znacznie na powiększenie plastyczności.

Przy ogrzaniu gliny powyżej 100° C plastyczność stopniowo znika, a przy 600° C glina traci ją bezpowrotnie.

Im glina jest tłustszą, tem trudniej wchłania wodę. Tłusta glina przy wygładzaniu w stanie wilgotnym ma silny połysk, a im jest chudsza, tem połysk ten jest mniejszym. Im tłustszą jest glina, tem łatwiej zarobiona wodą daje się rozwałkować, nie rwąc się w cienkie płatki. Gdy glina wchłonie tyle wody, ile jej przyjąć może, wówczas robi się nieprzepuszczalną.

Kolor, jaki mają wyroby gliniane po wypaleniu, zależy od stopnia ich zanieczyszczenia żelazem i wapnem, a mianowicie gliny, zawierające dużo substancji glinowej, a mało żelaza, mają po wypaleniu kolor biały lub słabo zabarwiony; gliny zawierające od 20 do 30% substancji glinowej i od 1 do 5% tlenku żelazowego, wypalają się od koloru blado-żółtego do brązowego; gliny ubogie w substancję glinową, a bogate w żelazo, wypalają się na różne odcienie koloru czerwonego i jeżeli zawartość substancji glinowej nie przekracza trzykrotnie zawartości tlenku żelazowego, wtedy otrzymujemy najładniejsze zabarwienie czerwone; gliny ubogie w substancję glinową, a bogate w żelazo i wapno (gliny marglowate) wypalają się na żółto.

Ze środków schudzających najczęściej używa się piasku; najlepszymi są piaski gruntowe o ostrych nie zaokrąglonych ziarnach. Ilość dodawanego piasku zależy od tłustości gliny, przytem zaznaczam, że nadmierny dodatek piasku obniża gatunek wyrobów. Z innych środków schudzających stosuje się do wyrobu cegieł licowych i dachówek mączkę ceglana (bardzo dobry lecz drogi środek schudzający), a dla otrzymania cegieł lekkich, porowatych dodaje się trocin, sieczki lub mialu węglowego.

W różnych krajach używa się rozmaitych wymiarów cegieł; należałoby wszędzie przyjąć tak zwany normalny wymiar: $250 \times 120 \times 65$ mm. Objętość normalnej cegły wynosi $0,00195 \text{ m}^3$ i waży: surowa 5 kg i wypalona 3,6 kg. Na 1 m^3 muru układa się normalnych cegieł 400. W piecu do wypalania ustawia się na 1 m^3 objętości pieca 300 sztuk.

Ręczny wyrób cegieł i wypalanie ich w piecach połowych (mielerzach).

Jest to najstarszy, najprostszy i najpierwotniejszy sposób wyrobu cegieł.

Wydobytą glinę z dodatkiem piasku, jako środka schudzającego, o ile takowy jest potrzebnym i wodą przerabia się na masę ręcznie lub w stojącym pierwotnej budowy mieszadle (zwykle wprawianem w ruch pociągową siłą konia) i z otrzymanej masy formuje się ręcznie cegły, używając do tego ręcznych form mających kształt skrzynek (Tabl. 1). Wymiary skrzynek równają się wymiarom wypalanej cegły z dodatkiem na skurcz przy suszeniu i wypalaniu.

Wyrób ręczny polega na napełnieniu i ubiciu w formie przerobionej gliny i usunięciu nadmiaru takowej linijką. Aby glina nie przylegała do formy, zwilża się formę dobrze wodą lub słabo zwilżoną formę wysypuje się wewnątrz piaskiem: w pierwszym razie używa się form bez dna, w drugim z dnem.

Dobry, wprawny strycharz może ręcznie zrobić w przeciągu ośmiu godzin do 3000 cegieł. Wyrobione cegły suszy się na wolnem powietrzu, układając takowe po zrobieniu, wprost na równem suchem miejscu lub pod szopami.

Szopy do suszenia mają stalugi, na których układa się zrobione cegły na drewnianych podkładkach (Tabl. 7); buduje się je zwykle nie szerokie (4 m), aby były lepiej przewiewne, o długości od 12 do 40 m przy 2,5 m wysokości. Należy je, o ile to jest możliwem, tak ustawiać, aby wiatry wschodnie i zachodnie miały łatwy bezpośredni przystęp do ścian podłużnych. Szopy te robi się na słupach bez ścian bocznych, pokryte dachem w celach zabezpieczenia od deszczu. Ponieważ przy odpowiednim przewiewie powietrza wyroby wysychają dobrze i prędko, należy je tylko ustawiać na znacznej odległości jedną od drugiej.

Przy wysychaniu ulatnia się znaczna część wody, tak iż ciężar cegieł zmniejsza się do 30%; reszta wody znika dopiero przy wypalaniu.

Do wypalania wysuszonych cegieł używa się pieców połowych (mielerzy) (Tabl. 1), urządzenie których polega na następującem: na zupełnie równem miejscu, cokolwiek wzniesionem (o ile na to pozwalają warunki terenowe), układa się na płask cegły, które stanowią podstawę mielerza, warstwa ta kładzie się na glinę. Na tak ułożony spodek ustawia się na kant warstwę surowych cegieł w ten sposób, że co trzy cegły pozostawia się kanał o szerokości pół cegły, kanały te służą do doprowadzania powietrza podczas wypalania. Pokrywa się je na płask cegłami, pozostawiając pomiędzy nimi szczeliny 4—5 cm szerokie, stanowią one ruszta palenisk; dalsze ustawianie cegieł jest widoczne z rysunku i na niem zatrzymywać się nie będę.

Najczęściej używane rozmiary pieca połowego: szerokość i długość od 80 do 120 cegieł ułożonych na kant.

Przy ustawianiu pieca połowego zapełnia się paleniska i miejsca puste pomiędzy ustawionemi ukośnie w wysokości 4-ma dolnemi rzędami cegieł, grubemi kawałkami węgla, dalej pomiędzy poziomemi warstwami daje się warstwę mialu grubości 15 mm, zapełniając nim także przestrzenie pomiędzy ustawionemi cegłami. Zaczynając od 10-ej warstwy od dołu ilość węgla zmniejsza się o połowę (8 mm) i na 20 warstwie znów się do pierwotnej (15 mm) grubości powiększa. Ostatnich 4—5 górnych warstw nie

przesypuje się miałem. Na wierzch układa się na płask 2 warstwy, o ile można wypalonych cegieł, w celu ochrony mielerza od deszczu. Na zewnątrz mielerz ma stożkową formę, którą się otrzymuje odstępując każdą wyższą warstwę w stosunku do niższej o 15—20 mm. Zewnątrz obsmarowywa się tak ułożony mielerz szczelnie gliną. Rozchód węgla kamiennego około 250 kg na 1000 wypalonych cegieł. Ponieważ bieg wypalania nie może być regulowanym, aby otrzymać dobrze wypalone cegły, należy ściśle przestrzegać wyżej podanego sposobu ustawiania cegieł i przysypywania węglem.

Przejdźmy od pieców polowych do pieców stałych ze sztucznym ciągiem, kominami lub ekshaustorami są tak zwane piece niemieckie albo otwarte (Tabl. 1). Piec taki ma formę czworoboku, okrążonego murowanymi ścianami. W ścianach bocznych (dłuższych) są umieszczone przesklepione paleniska, doprowadzające ogień do wnętrza pieca, ściany zaś szczytowe (krótsze) mają otwory (drzwi) do naładowywania surowych wysuszonych cegieł i wyładowywania wypalonych i ostyglych. Piece te są bez pokrycia sklepieniowego. Dla zabezpieczenia paliwa i przebiegu wypalania od deszczu naokoło pieca stawia się szopę drewnianą pokrytą dachem. Wypalanie trwa trzy doby.

Tego samego typu piece, lecz przykryte sklepieniem z umieszczonymi w nim otworami (zakrywanymi cegłami), służącymi do odprowadzania z pieca spalin, są znane pod nazwą pieców holenderskich. Otwory w sklepieniu służą prócz tego do regulowania ognia w piecu i dają tym sposobem możliwość równomierniejszego wypalania nasadzonych do pieca cegieł i wyrobów.

Rozchód węgla w piecach tych jest znacznie mniejszy, niż w piecach polowych i wynosi około 150 kg na 1000 cegieł. W piecach tych można używać oprócz węgla innych rodzajów paliwa, jak drzewa, węgla brunatnego i torfu.

Maszynowy wyrób cegieł z wypalaniem w piecach stałych.

Glina po wydobyciu, o ile jest miękka i nie zawiera kamieni, idzie do miedzadeł, które są dwóch rodzajów: stojące i leżące. Pierwsze mają kształt stojącego cylindra, w środku którego obraca się oś z umocowanymi na niej skośnie nożami, drugie zaś (Tabl. 4, rys. *a-b*) mają formę koryta *b*, w którym obraca się, podobnie jak w stojących miedzadłach, oś pozioma *a*, również z nasadzonymi ukośnie nożami *c*; zadanie tych noży polega nie tylko na mieszanii, ale i posuwaniu ku przodowi w miedzadłach leżących, a ku dołowi w stojących i wyłaczaniu gliny przez otwór umieszczony u dołu *d* lub z boku miedzadła. Do miedzadeł dodaje się razem z gliną środków schudzających i wody.

Często miedzadła się nie używa, a zadawalnia się samą prasą, która jest zwykle połączona z wałkami do gniecienia surowej gliny i miedzadłem. Pierwszy sposób jest lepszy, szczególnie jeżeli po wyjściu z miedzadeł daje się masie przed prasowaniem jakiś czas odleżeć. Sposobu tego przy wyrobie zwyczajnych cegieł używa się rzadko; zwykle stosuje się go przy wyrobie cegieł licowych, dachówek i sączków.

Przy przerabianiu glin twardych (łupkowatych) lub zawierających drobne kamienie, ta pierwsza przeróbka skutecznia się inaczej, a mianowicie: zamiast miedzadeł przerabia się wydobyta glina w młynach kołowych lub walcowych, a jeżeli nie zawiera ona kamieni, wówczas używa się młynów rzutowych (dezyntegratorów).

Młyn kołowy (Tabl. 2) w swej najprostszej formie przedstawia misę żeliwną, w której obracają się naokoło osi misy, dwa ciężkie koła żeliwne lub kamienne, mające równocześnie ruch obrotowy naokoło swych osi; prócz tego na osi, na której obracają się koła, są umieszczone skrobaczki podsuwające coraz to świeży materiał pod koła.

Koła, obracając się, gniotą, mieszając jednocześnie materiał swoim ciężarem. Młyn kołowy może być urządzony tak, że zmielony materiał wychodzi otworem z boku misy lub środka jej, a w ostatnim razie ma następujące urządzenie skrobaczek (Tabl. 3): zasypany na zewnętrzną część misy *a*, materiał przesuwają się skrobaczką I na środek *b* misy pod koło *L*₁. Zmielony materiał przechodzi pod skrobaczką V pod koło *L*₂, podczas gdy grubsze kawałki odsuwają się powrotnie do *a*. Zmielczony przez koło *L*₂ materiał przesuwają skrobaczka II na wewnętrzną część misy *c*, gdzie go zmielcza koło *L*₁ i już dostatecznie zmielczony jeszcze raz podsuwa się skrobaczką IV pod *L*₂. Gotowy, to jest dostatecznie drobno zmielony materiał wyrzuca się z misy skrobaczką III. Koło *L*₂ i skrobaczki III, IV, V nie dopuszczają do wyrzucania nie zmielzonego materiału.

Młyn rzutowy (dezyntegrator) (Tabl. 3) składa się z dwóch bębnow *a* i *b*, osadzonych na końcach wałów *c* i *d*, które za pośrednictwem kół pasowych *e* i *f* obracają się w przeciwnych kierunkach. Każdy z bębnow ma na koncentrycznych kołach osadzone sztyfty *k*, które na zmiany przechodzą z jednego koła pomiędzy także drugiego. Bębny podczas roboty młynsą są wsunięte jeden w drugi, tak że sztyfty z wyjątkiem górnego i dolnego rzędów wchodzą jedne pomiędzy drugie. Zmielczony materiał zasypuje się przez lejek *o* pomiędzy obracające się w odwrotnych kierunkach tarcze i siłą odśrodkową rozбивa się sztyftami. Podstawa składa się z części ruchomej *g* i stałej *h*, umocowanych na wspólnej płycie *i*; mogą one zapomocą śruby *l* i koła *m* być rozsunięte i bębny ze sztyftami jeden z drugiego wysunięte. Nóż *n* służy do zgarniania przylepiających się kawałków zmielzanego (o ile jest on wilgotny) materiału

z wewnętrznego koła sztyftów. Zmielczony materiał wychodzi dołem. Cały zmielczający mechanizm młyna jest zamknięty płaszczem blaszanym.

Młyn rzutowy o średnicy 1 m przy 600 obrotach na minutę i zużyciu 10 KM daje na godzinę 4000 kg zmielzonego materiału; większy o średnicy 1.5 m przy 400—500 obrotach na minutę do 15.000 kg i zużywa wtedy 20—25 KM.

Zarówno do młynów kołowych, jak i do rzutowych razem z gliną daje się środki schudzające, przetem do młynów kołowych oprócz tego dodaje się potrzebną do otrzymania plastycznej masy ilość wody; ustawienie tutaj specjalnego mieszadła jest zbyt cennym. Przy zmielczaniu młynami rzutowymi przerabia się glina bez wody na sucho.

Samego wyrobu cegieł są dwa sposoby: mokry i suchy.

Przy wyrobie cegieł sposobem mokrym, otrzymaną jednym z powyższych sposobów masę (wskazanem jest odleżenie się takowej) daje się do pras leżących (Tabl. 4). Leżąca prasa ceglarska składa się z dwóch zasilających walców *d* (gładkich lub ryflowanych), które wypychają surowy materiał do leżącego za wałkami cylindra *c*, w cylindrze podlega masa krajaniu, przemieszaniu i wyciskaniu ku przodowi zapomocą umieszczonego w środku cylindra ślimaka *b*, osadzonego na wale *a*. W końcu cylindra jest umieszczona tak zwana głowica *e*, mająca formę skrzynki z wylotem o wymiarach surowych cegieł. Przednia wylotowa część, a często cała głowica jest smarowana wodą lub parą, dzięki czemu wyroby wychodzą z niej zupełnie czyste, z ostremi kantami, bez pęknięć. W razie zanieczyszczenia należy ją przemyć, puszczając silniejszy prąd wody lub pary.

Wychodząca z głowicy masa w formie przyzmy tnie się ręcznie lub samoczynnie przyrządem *f-g*, mającym naciągnięte druty na oddzielne cegły.

Zastosowując rozmaitej formy głowice, możemy otrzymać z prasy cegły zwykłe lub fasonowe, a także dachówki lub sączki.

Dobre działanie prasy zależy głównie od racjonalnej budowy ślimaka, powinien on być tak zbudowany, aby obwód jego skrzydeł ściśle przylegał do ścianek cylindra, lecz prędkie zużycie brzegów ślimaka, wskutek tarcia, niszczy szybko dokładne jego dopasowanie. Utworzona pomiędzy skrzydłami ślimaka a ściankami cylindra szczelina powoduje cofanie się przerabianej masy w tył; wpływa to na wydajność prasy i powoduje większe zużycie siły pociągowej. Powyższą słabą stroną budowy usuwa w zupełności wynalazek prof. K. Adamieckiego (Tabl. 16), w którym na obwodzie skrzydeł ślimaka są umieszczone klinowate nakładki, poruszające się swobodnie w kierunku odśrodkowym i tylko pod wpływem ciśnienia masy stale ściśle przylegają do ścianek cylindra; oprócz tego, ponieważ siła przyciskania ich do ścianek cylindra jest bardzo mała, to i zużycie ich jest stosunkowo niewielkie. Nakładki robi się z utwardzonego żeliwa, a skrzydła ślimaka z twardej stali.

Cegły wyrobione powyższymi sposobami są dosyć miękkie, bo zawierają do 40% wody. Leżące prasy wyrabiają od 500 do 2000 cegieł na godzinę i zużywają od 3 do 25 KM. Zużycie siły przez prasy zależy dużo od twardości przerabianej surowej gliny. Wyszłe z prasy cegły suszy się na wolnym powietrzu, pod szopami, na stalugach lub w suszarniach.

Przy suchym wyrobie cegieł masa zawiera o połowę mniej wody; samo przygotowanie masy wymaga większej dokładności i wyrób wymaga oczywiście, z powodu przerabiania twardszej (suchszej) masy, znacznie większego zużycia siły, za to mamy do wydzielenia z gotowych cegieł znacznie mniejsze ilości wody, robota idzie prędzej (suszenie) i obydwą te czynniki się równoważą.

Sucha masa powinna zawierać około 10% wody i do wyrobu cegieł z takiej masy używa się pras, pracujących ciśnieniem lub uderzeniami (prasy stemplowe) (Tabl. 4). Przedstawiona na rysunku prasa spoczywa na ciężkiej płycie podstawowej *a*, na której są umieszczone kowadła *b*. Do płyty podstawowej są przymocowane śrubami dwie żeliwne podstawy *c*, połączone poprzecznikami *d* i *e*, na których spoczywa cały mechanizm prasy. Stemple *f*, służące do prasowania, chodzą w poprzecznych kierownikach *d* i *e*. Stempel otrzymuje każdorazowo, to jest przy każdym prasowaniu, trzy uderzenia; ruch otrzymując od kół pasowych *g* przez przekładnię trybową *h* na wał *i*, którego tarcze z wyskokami *k* mają ich po dwa lub trzy. Stemple mają wewnątrz wycięcia, w których są umieszczone rolki *l*, które z wyskokami tarcz są tak połączone, że przy ich obrocie stemple się podnoszą i opadają. Pod stemplami są umieszczone formy *m*. Materiał podlegający prasowaniu doprowadza się lejkiem *n* do napełnionej formy skrzynki *o*. Napełniona skrzynka *o* ma ruch naprzód i w tył tak, że przedni w formie skrzynki otwór *o* dochodzi pod lejek *n*, napełnia się materiałem, mającym być prasowanym i przy przesunięciu w tył napełnia nim formę *m*. Skrzynka z formami otrzymuje ruch od mechanizmu *p*, *q* i *r*; rolka *r* jest nasadzona na mimośród *s* umocowany na wale *i*. Aby zapobiec uszkodzeniu prasy w razie niedostatecznego napełnienia formy, stemple są połączone z nasadkami *f*, uderzającymi się o elastyczne podkładki *t*. Sprasowane gotowe cegły są podnoszone samoczynnie z form zapomocą mechanizmu *u* i *v*, wprawianego w ruch występem na wale *w*. Po podniesieniu z formy gotowych cegieł skrzynka *o* przesuwa się na bok.

Prasa ta wyrabia na godzinę od 1200 do 1300 cegieł normalnych rozmiarów i zużywa siły około 3 KM. Oprócz powyżej opisanego formowania ręcznego, na prasach leżących i stemplowych można

stosować do wyrobu cegieł zwyczajnych prasy opisane niżej przy wyrobie materiałów ogniotrwałych. Sposób suchy jest rzadziej stosowany od ogólnie używanego mokrego. Cegły wyrobione na sucho mogą być wprost z pod pras nasadzane do pieców, gdzie się je dosusza i wypala.

Często cegły, celem nadania im gładkiej powierzchni i ostrych kantów, po przeschnięciu do tak zwanej „twardości skóry“ (przy naciśnięciu dosyć silnie paznokciem otrzymujemy słaby odcisk) poddaje się powtórnemu prasowaniu w prasach ręcznych lub mechanicznych, działających ciśnieniem (Tabl. 5). Prasa ręczna, a te są przeważnie używane, składa się z dwóch bloków, położonych jeden na drugim, które są podtrzymywane mocno zbudowaną podstawą. Górny ruchomy blok jest przymocowany do poprzecznicy, która jest połączona z dwoma sztabami mającymi za pośrednictwem mechanizmu z występami, umieszczonego w dolnej części prasy, ruch do góry i dołu. Nacisnąwszy dźwignię ku dołowi, poprzecznicą górną opuszcza się na dół i prasuje w formie umieszczonej pomiędzy obydwoma blokami włożoną w nią cegłę. Dno formy, w której odbywa się prasowanie, jest ruchome, opuszcza się ono równocześnie z opuszczaniem się na dół górnej poprzecznicy. Przy podnoszeniu się do góry poprzecznicy tej, ruch jest odwrotny i przy tym ruchu dno podnosi się do góry razem ze sprasowaną już cegłą. Maszyny tego rodzaju przy pracy jednego robotnika, z dwoma pomocnikami do podawania i odbierania sprasowanych cegieł, prasują do 350 cegieł na godzinę. Tak wyrobione cegły nazywają się prasowaniami lub licowami.

Aby otrzymać cegły lekkie (porowate), dodaje się do masy, służącej do wyrobu cegieł, miału węglowego, trocin albo sieczki, dodatki te podczas wypalania cegieł spalają się, pozostawiając w ceglach pory, które je robią lekkimi.

Cegły mocno spieczone podczas wypalania, nazywamy klinkierami albo zendrówkami, powinny one mieć przełom zeszlony, być równymi i bez rys. Ten rodzaj cegieł otrzymujemy z glin, stopień topliwości których przekracza temperaturę stożka Nr. 5a (+ 1180° C).

Dachówkami (Tabl. 5) nazywamy cienkie w stosunku do szerokości i długości cegły, służące jak to sama nazwa wskazuje do krycia dachów.

Gliny używane do wyrobu dachówek powinny być czyste, to jest nie zawierać wapna, kamieni i równo się wypalać. Masa powinna być dobrze wyrobioną i odleżałą.

Do wyrobu używa się pras, pracujących ciśnieniem (Tabl. 5), rzadziej pras leżących z odpowiednio urządzonymi głowicami.

Prasa rewolwerowa do wyrobu dachówek składa się z mocnej podstawy, w dolnej części której jest umocowany ruchomy bęben z 5-ma płaszczyznami, na każdej z których jest umieszczona forma dla jednej strony dachówki. Nad bębniem znajduje się opuszczająca się ku dołowi i prasująca tym sposobem dachówkę, górna forma dająca drugą stronę dachówki. Cały mechanizm jest tak zbudowany, że po sprasowaniu jednej dachówki sam bęben się obraca i podstawi pod prasę część bębna z drugą formą. Równocześnie z obrotem bębna zaczyna działać umieszczony w nim mechanizm wypychający z formy gotową dachówkę. Samo prasowanie odbywa się z przerwą ciśnienia, w czasie której ma możliwość ujścia powietrze z formy. Prasa tego rodzaju wyrabia około 400 dachówek na godzinę, przy zużyciu około 3 KM.

Co się tyczy form dachówek, to odróżniamy: płaskie *a* (karpiówki), w których długość jest w przybliżeniu 2½ razy większa od szerokości, mają one na jednej z wąskich stron jeden lub dwa występy (dziobki), służące do zawieszania ich na łątach. Najczęściej używane wymiary 350 × 180 mm.

Wygięte dachówki *c*, do których należy zaliczyć tak zwane „gąsiorzy“ *b*, służące do przykrywania grzbietów dachów, mają formę odcinka lub wzdłuż przeciętego ściętego stożka.

Żłóbkowane, zwane ogólnie marsylskimi *d*, mają żłobki i wpustki (wałki), którymi sąsiednie dachówki zachodzą jedna w drugą i tem łączą się wzajemnie; wystarczy tu znacznie węższa zakładka, niż przy dachówkach wygiętych i karpiówce. Dachówki te mają rozmaite formy i wielkości i wyrabiają się przeciąganiem lub prasowaniem.

Sączkami (drenami) nazywamy wyroby ceglarskie, mające formę rurek i służące do odprowadzania z miejsc wilgotnych zbierającej się pod ziemią wody. Materiał surowy do ich wyrobu powinien odpowiadać tym samym warunkom, które są wymagane przy wyrobie dachówek. Sączki wyrabia się o średnicach od 40 do 150 mm, przy długości 350 i 660 mm i grubości ścianek od 8 do 15 mm.

Suszenie cegieł i innych wyrobów.

Pod nazwą suszenia wyrobów ceramicznych rozumiemy proces usuwania z surowych niewypalonych wyrobów zarówno wody dodawanej podczas przeróbki surowych materiałów jak i wody higroskopijnej i chemicznie połączonej; pierwsza ulatnia się pod wpływem działania powietrza, druga przy nagraniu od 100° do 120° C i trzecia dopiero przy nagraniu do temperatury około 300° C, przyczem to ostatnie ma zwykle dopiero miejsce podczas podgrzewania wypalanych wyrobów przed właściwym procesem samego wypalania.

Suszenie pod odkrytym niebem jak również pod szopami jest zależnym od stanu pogody i może być stosowanym tylko przy letnim wyrobie cegieł. Chcąc, aby fabryka była w ruchu cały rok bez przerwy, należy stosować suszenie w specjalnych suszarniach zapomocą ogrzanego powietrza.

Suszarnie powinny być ciepłe i posiadać dobrze urządzoną wentylację, aby wyroby równomiernie wysychały, a wydzielona z wyrobów wilgoć mogła być z suszarń prędko usuwana. Jeżeli suszarnie nie posiadają tych dwóch warunków, to wtedy wyroby schnąc pękają. Szczególnie ważnymi są te warunki przy wyrobach dużych wymiarów (np. cegieł wielkopieczowych). Bezwzględny warunkiem dobrego wysychania wyrobów jest jednolita budowa masy, z której są one zrobione, powyższe osiągamy dobrem i racjonalnym przygotowaniem surowej masy.

Zwykle jako pomieszczenia dla suszarń używa się pomieszczeń z boku lub nad piecami do wypalania, ogrzewając je promieniującym ciepłem pieców z dołączeniem często ciepła odrobionej pary, gazów spalinowych z pod kotłów i pieców lub stosując specjalne ogrzewanie parą lub nagrzanym powietrzem. Różne typy urządzeń do suszenia nad lub z boku pieców daje tablica 6. Ponieważ takowe są dobrze zrozumiałe z samych rysunków, dlatego na ich opisie zatrzymywać się nie będę.

Ciepło promieniujące dobrze pracującego pieca pierścieniowego wystarcza do suszenia w czasie 8—9 miesięcy ciepłych w przeciągu roku, gdyż suszenie tego rodzaju jest możliwym tylko w czasie, gdy temperatura powietrza zewnętrznego nie spada niżej 6° C, przy niższej temperaturze koniecznym jest doprowadzenie ciepła z innych źródeł. W wyżej określonym czasie może być 16—18-krotny obrót suszenia, z czego i z danej produkcji pieca można określić wielkość suszarni, należy jednak tu zwrócić uwagę, że wydajność suszarni jest większa w ciepłym czasie, jak w zimnym i wilgotnym. Wyżej podany obrót jest średni. Suszarnie te należy tak urządzać, aby powietrze nagrzane promieniującym ciepłem pieca przechodziło przez ustawione na stalugach wyroby, a powinno być umożliwione regulowanie jego ilości i kierunku.

Najwięcej ciepła dają piece z wierzchniem odprowadzaniem z kanału spalin zapomocą rur blaszanych (opisane niżej przy opisie pieców Hoffmann'a), znacznie mniej piece z kanałami dolnymi, to jest umieszczonymi wewnątrz pieca. W ostatnim razie możemy powiększyć ilość ciepła odkrywając pokrywy, zakrywające otwory w sklepieniu komory, służące do zasypywania paliwa nad już wypalonymi komorami, z których uchodzące ciepło powiększy ilość promieniującego ciepła pieca. Często, aby lepiej wyzyskać ciepło pieców, buduje się suszarnie piętrowe, co jednak wywołuje droższe i masywniejsze budynki nad piecami. W suszarniach tych ustawia się wyroby na stalugach.

Przy powyższem suszeniu wyzyskujemy do 15% ciepła zużywanego przez samo wypalanie. Temperatura wypalania wyrobów ze zwyczajnej gliny wynosi 900°—1000°, przyczem ścianki pieca pomimo dobrej izolacji kanału nagrzewają się do 40°. Przyjmując, że na wypalenie 1000 cegieł normalnych zużywamy 1 milion kalorji, to z tej ilości możemy wykorzystać dla suszenia 150.000 kalorji.

Oprócz tego rodzaju suszenia zastosowuje się też suszenie w specjalnych, najczęściej kanałowych, suszarniach. Suszenie takie wymaga dosyć dużego zużycia paliwa i dlatego należy go o ile to jest możebnym unikać. Przy wyrobach ogniotrwałych, piecach perjodycznych lub piecach o małej ilości komór może wystarczyć ilość ciepła odchodzącego z pieców do suszenia w suszarniach kanałowych, w przeciwnym razie trzeba, jako pomocnicze urządzić specjalne dodatkowe ich ogrzewanie i wtedy rozchód na paliwo będzie dosyć znaczny.

Bardzo praktycznym jest następujące urządzenie do ustawiania wyrobów w suszarniach (Tabl. 8 i 21); jest to połączenie samoczynnego wagoniku do ustawiania cegieł ze stalug w suszarniach ze specjalnym podnośnikiem (elewatorem szwedzkim); daje ono znaczną oszczędność robocizny, chociaż jest początkowo dosyć kosztowne. Wychodzące z pod pras cegły kładzie się na stojący obok nich podnośnik, przez koła którego u góry i u dołu przechodzą dwa łańcuchy, mające w równych odstępach umieszczone wystające ramiona, na które się kładzie deski lub blachy takiej wielkości, aby na każdej można było ustawić 8—12 cegieł normalnych. Podnośnik ma ruch do góry tak unormowany, że zdejmujący z prasy cegły zdąża je układać na półkach podnośnika. Po podniesieniu półek z gotowymi cegłami do poziomu podłogi suszarni, podjeżdża do podnośnika wagonik tak urządzony, że umieszczone na nim ramiona podchodzą pod półki podnośnika i ruchem dźwigni zdejmuje się z wystających ramion podnośnika półki z cegłami. Po zdjęciu z ramion podnośnika półek, wagonik z niemi odjeżdża do stalug, gdzie półki z cegłami ustawia się na ich wystających ramionach odwrotnym ruchem dźwigni wagonika. Na wagoniku mieści się zwykle 8—10 półek.

Wysuszone cegły zdejmuje się z półek na wagoniki z platformami i drugim podnośnikiem opuszcza na dół do poziomu otworów pieców służących do nasadzania ich wyrobami.

Gdy się stosuje powyższe urządzenia, cegły, od czasu wyjścia z pras do czasu zdjęcia ich z półek, pozostają na tychże podkładkach i niema potrzeby ich ręcznego zdejmowania z wagoników i ustawiania na półkach stalug.

Drugi rodzaj najczęściej stosowany suszarń, są to suszarnie tunelowe (kanałowe), mające budowę bardzo zbliżoną do niżej opisanych pieców tunelowych. Suszarnie te przedstawiają jeden lub kilka dłu-

gich kanałów, sklepionych i mających na końcach szczelnie zamykające się drzwi. Wzdłuż kanałów są położone szyny, po których posuwają się wagoniki z ułożonymi na nich, na stalugach lub w klatki ceglami. Wagoniki przesuwają się wzdłuż kanałów w odwrotnym kierunku do ruchu gazów spalinowych lub ogrzanego powietrza, służących do suszenia; tak gazy jak i powietrze przeciąga się przez kanały exhaustorami. Przy suchym wyrobie cegieł, w wypalaniu ich następnie w piecach tunelowych, używa się do suszarni i pieców tychże wagoników, przyczem, ustawiając na nich cegły około prasy, zdejmuje się już ostudzone po wypaleniu. Suszarnie kanałowe są drogą w budowie i utrzymaniu, lecz niezależniają fabrykację zupełnie od stanu pogody i pory roku.

Opisana poniżej (Tabl. 7) suszarnia kanałowa (nie tunelowa) składa się z kilku lub kilkunastu równoległych kanałów, pomieszczonych w jednym bloku. Kanały mają szerokość opisanego wyżej samoczynnego wagonika, do ustawiania na stalugach cegieł (wyrobów) i długość do 35 m. Wyroby razem z deskami lub blachami, na których są ustawione, umieszcza się na występkach umocowanych do podłużnych ścian kanału. Wagonik przesuwa się wzdłuż kanału po ułożonych na podłodze szynach. Każdy z kanałów od strony wejściowej ma szczelnie zamykające się drzwi.

Suszarnia ta ogrzewa się gazami spalinowymi pieców, które exhaustorem przepycha się przez komory do suszenia. Gazy wchodzi z centralnego kanału *a* pod podłogę suszarni, w której są otwory do ich wejścia do komory; w suficie komory są również otwory, przez które gazy nasycone wilgocią wychodzą do komina *d*. Suszarnie te powinny być zaopatrzone w szczelnie zamykające się drzwi. W kanałach są umieszczone zasuwki do wyłączania i włączania komór. W suszarniach kanałowych możemy temperaturę podnosić do 140° C. Zastosowanie exhaustorów wymaga około 1.5 KM na 1000 norm. cegieł. Inne oprócz cegieł wyroby suszą się tak samo jak cegły i często razem z niemi.

Duże cegły (wielkopieczowe) suszy się na podłodze, często obracając je, aby wysychanie ich odbywało się równomiernie, suszenie tu powinno być bardzo wolne i przy bardzo dużych kamieniach trwa do kilku tygodni.

Glinę suszy się w tychże suszarniach co i wyroby, należy tylko zwracać uwagę, aby przy suszeniu gliny temperatura w suszarniach nie podnosiła się wyżej 100° C, gdyż przy wyższej temperaturze glina zaczyna tracić swą plastyczność.

W celu obliczenia wymiarów i potrzebnego do suszenia ciepła przyjmujemy jako przykład, że mamy na dobę wysuszyć 10.000 cegieł o normalnych wymiarach. Zastosować mamy kanały o wymiarach: szerokość 1 m, wysokość 2.5 m i długość 20 m. Na jednej półce mieści się 8 cegieł; na 1 m bieżący suszarni stawia się 3 półki i przy danej wysokości na wysokość pomieszcza się 10 rzędów półek; przy powyższych danych jeden kanał suszarni powinien pomieścić $8 \times 10 \times 3 \times 20 = 4800$ cegieł, lecz powyższą ilość ze względów niezupełnej dokładności ustawiania półek należy zmniejszyć o 6%, czyli że do obliczenia podanej wielkości suszarni należy przyjąć, że jeden kanał może pomieścić 4500 cegieł.

Czas suszenia przyjmujemy równym 120 godzinom (5 dobom), czyli że od razu suszy się w suszarni 50.000 cegieł, a przyjmując pojemność jednego kanału suszarni równą 4500 cegieł, to ilość kanałów zajętych suszącymi się ceglami wynosić ma 11; oprócz tego jeden kanał będzie opróżniany i jeden naładowywany, tak że cała ilość kanałów w suszarni powinna wynosić 13.

Grubość ścianek pomiędzy kanałami powinna wynosić 50 cm, buduje się je ze środkową powietrzną warstwą izolacyjną lub z cegieł porowatych albo z otworami.

Przyjmując przeciętną zawartość wilgoci w jednej cegle 850 gr., to w 5 dni mamy do usunięcia z suszonych cegieł 42.500 kg wody. Na wyparowanie 1 kg wody z cegieł mających temperaturę +15° C potrzeba (540 + 85) 625 kalorii czyli dla wyparowania wyżej podanej ilości wody 26,562.500 kal. lub na godzinę 221.354 kal.; tę ilość ciepła musimy doprowadzić do suszarni. Przyjmując jednak pod uwagę stratę ciepła przez promieniowanie i nieszczelności tak samych komór, jak i przewodów, trzeba powyższą ilość ciepła powiększyć o 50%.

Należy, o ile to jest możebnem, do ogrzewania suszarni spożytkować ulatniające się ciepło zawarte w gazach spalinowych pieców i kotłów, a także w wylotowej parze maszyn obsługujących fabrykę. Powyższe ilości ciepła mogą zmniejszyć blisko o połowę ilość paliwa, którą musielibyśmy spalać, nie wykorzystując wyżej podanych źródeł ciepła.

Piece do wypalania wyrobów ceramicznych.

Oprócz opisanych już przy ręcznym wyrobie cegieł pieców niemieckiego i holenderskiego typu do wypalania wyrobów ceglarskich, stosuje się piece stałe ze sztucznym ciągiem, wytwarzanym wysokimi kominami lub exhaustorami.

Piece dzielimy na działające perjodycznie, to jest, że zimny piec nasadza się surowymi wysuszo-nymi wyrobami, ostatecznie dosusza je, podgrzewa, wypala i ostudza stopniowo, aby po ostygnięciu wyładować je; po wyładowaniu pieca robota powtarza się w wyżej wymienionej kolei.

Piece działające bez przerw różnią się tem od pieców perjodycznych, że piec jest w biegu bez

przerw, przyczem kolejność operacji wymieniona powyżej następuje w teź samej kolejności w różnych częściach jednego i tego samego pieca.

Prototypem pieców działających bez przerw jest piec Hoffmann'a w rozmaitych modyfikacjach; jedną z modyfikacji, piec Mendheim'a, używa się przeważnie do wypalania wyrobów ogniotrwałych, drugą jest piec tunelowy, który teź należy uważać za modyfikację pieca Hoffmannowskiego.

We wszystkich wymienionych piecach można wypalać wyroby ceramiczne, lecz powinny być one dostosowane do rodzaju wyrobów; główne z tych urządzeń ze wskazaniem zmian (nb. tylko przy piecach pierścieniowych) wskaże przy omawianiu ich konstrukcji.

Piecy do wypalania powinny odpowiadać pewnym określonym warunkom, a mianowicie: być tanimi w budowie, wymagać jaknajmniej kosztów na utrzymanie, zużywać możliwie mało paliwa, dając przytem wymaganą temperaturę, być dogodnymi do nasadzania i opróżniania, mieć możność łatwego regulowania żaru i być łatwymi do prowadzenia i obsługi.

Przyjmujemy, że na 1 m³ pojemności pieca mieści się 300 cegieł normalnych (250 × 125 × 65 mm) i przyjmując średnią wagę wypalanej cegły 3.6 kg, to 1 m³ pojemności pieca daje 1100 kg cegieł normalnych.

Piecy perjodyczne (tabl. 10) oddzielnie stojące mają formę czworokątną (rys. A) lub okrągłą (rys. B) z paleniskami w pierwszych umieszczonemi na dwóch przeciwległych stronach, zwykle dłuższych (piecy z paleniskami z jednej strony budują się rzadko i muszą być wtedy węższymi), a przy piecach okrągłych po okręgu w równych odstępach jedno od drugiego. Piecy te opalają się twardem paliwem lub gazami generatorowemi; przy paliwie twardem stosuje się paleniska rusztowe (nb. półgazowe).

Zar w nich ma kierunek z góry na dół (Ofen mit Überschlagender Flamme) i dlatego mają piecy tego rodzaju przed paleniskami wysokie progi. W okrągłych piecach często zastępuje się progi centralną rurą umieszczoną pośrodku komory.

Komory sklepi się sklepieniami półkolistymi.

Przy paleniskach gazowych gaz wchodzi do komory pomiędzy progiem a ścianą pieca, do teź przestrzeni ma wejście powietrze do spalania, również przy paleniskach dla twardego paliwa mają tam wychód otwory, któremi do komór wchodzi z palenisk spaliny. Niezbędne do spalania powietrze doprowadza się kanałami, zaopatrzonemi w szybry do regulowania; winno ono być doprowadzane w takiej ilości, aby spalanie było możliwie zupełnem, dotyczy to wszystkich rodzaj i systemów pieców do wypalania wyrobów ceramicznych.

Otwory doprowadzające spaliny z komory pieca rozmieszcza się równomiernie w podłodze komory albo zamiast otworów robi się przez całą komorę równoległe wąskie sklepienia (szerokości 250 mm) z otworami pomiędzy nimi szerokości połowy cegły (125 mm). Gazy spalinowe po przejściu przez nasadzoną wyrobami komorę przechodzą otworami w podłodze do znajdującej się pod nią komory, a z niej kanałem do kominu lub do dalszych pieców, w celu dosuszania i podgrzewania ich. Kanał odprowadzający gazy spalinowe z komory musi być zaopatrzony w zasuwę.

W celach lepszego wyzyskania paliwa, odchodzące z opalanej komory gazy spalinowe przepuszcza się do następnych pieców i w tym celu ustawia się piecy grupami i łączy je pomiędzy sobą kanałami z zasuwami.

Zależnie od produkcji buduje się grupy po 4—6 i 8 pieców, budując często w jednym korpusie po dwie, a nawet cztery komory. Jeżeli mamy grupę z 8 komór, to już możemy mieć robotę bez przerw, a mianowicie: jedna komora będzie zawsze w ogniu, dwie będą podgrzewane, cztery będą stygły i 1 będzie się opróżniać i naładowywać surowemi wyrobami.

Rysunek przedstawia piec czworokątny w przeięciu i planie oraz połączenie grupowe. Na rysunku są uwidocznione kanały i zasuw, służące do połączeń pieców między sobą, a także z kominem, przy powyższem jest możliwem, aby każdy z pieców pracował samodzielnie jako piec perjodyczny.

Przebieg roboty pieca perjodycznego jest następujący: po nasadzeniu surowemi wysuszonymi wyrobami piec nagrzewa się wolno, stopniowo, aż dojdzie do pełnego żaru; żar ten podtrzymuje się możliwie na jednym poziomie potrzebnej ilości czasu, a potem stopniowo się go zmniejsza, a na ostatku pozostawia piec do ostygnięcia, nie paląc, przy szczelnie zamkniętych i zamazanych gliną wszystkich otworach. Ostudzonym nazywa się piec, w komorze którego panuje temperatura, dająca możność wejścia do wnętrza pieca dla wyładowania wypalonych wyrobów.

Po nasadzeniu otwór (drzwi) sadowy zamurowuje się, pozostawiając otwór (zatykany cegłą) do obserwowania przebiegu wypalania; naprzeciwko którego pozostawia się w ustawionych kłatkach wyrobów niszę, służącą do umieszczenia w niej dla określenia temperatury wypalanie stożków Seger'a. To samo robi się przy wypalaniu w piecach innych systemów.

W pojedynczym piecu przy wypalaniu wyrobów ogniotrwałych wyładowanie i naładowanie trwa pół doby, podgrzewanie 2, samo wypalanie 1 i ostygnięcie 3—4 doby. Przy wypalaniu zwyczajnych cegieł czas wypalania i stygnięcia można znacznie skrócić.

Piecy powyższe buduje się o pojemności od 30 do 75 m³.

Rozchód paliwa około 200 kg na 1000 normalnych cegieł.

Piece te, o ile pracują połączone w grupy, stanowią przejście do pieców pracujących bez przerwy.

Ogólną zasadą dobrej pracy pieca jest prędkie wypalanie, czyli doprowadzenie pieca, a raczej nasadzonych wyrobów do należytej temperatury, następnie wolne ochładzanie. Najprędzej można ochładzać wyroby ze zwyczajnej gliny, wolniej szamotowe, a najwolniej dynasowe i magnezytowe. Jeżeli zimne powietrze ma w jakikolwiek sposób dostęp do wnętrza pieca, to lekkie trzaskanie daje znać, że nasadzone wyroby pękają i dostają rys, co je czyni niezdatnymi do użytku. Należy uważać, ażeby otwory sadowe (drzwi) były dobrze zamurowane i zasmarowane gliną, podobnie jak i szczeliny, tworzące się w samym korpusie pieca.

Jak to już wyżej wspomniałem, prototypem pieców, służących do wypalania bez przerwy, jest **piec Hoffmann'a** (tabl. 9), który początkowo miał formę okrągłego sklepionego kanału z sadowymi otworami naokoło, kanał ten był podzielony wyższymi otworami na 12 części, z których każda miała 1 lub 2 kanały, odprowadzające spaliny do umieszczonego pośrodku pieca kominu. W sklepieniu umieszcza się otwory do zasypywania paliwa (miału węgla kamiennego) do komór. Cegły ustawia się w kanale (komorach) w klatki.

Kanały odprowadzające spaliny do kominu zaopatruje się w zasuwę, a otwory w sklepieniu zakrywa się pokrywami.

Od formy kanału otrzymały one nazwę pieców pierścieniowych albo kręgowych (tabl. 11 i 12) i nazwa ta utrzymała się przy zmianie formy kanału na wydłużony prostokąt z zaokrąglonymi krótkimi bokami lub nie.

Przy okrągłej formie kanału pozostaje duża przestrzeń wewnątrz kanału, którą się wyzyskuje jako miejsce do suszenia wyrobów surowych i pomimo niedogodności przy nasadzaniu nimi kanału, gdyż trzeba je wskutek okrągłej formy tegoż ustawiać wachlarzowato, piece tej formy są dotychczas budowane jako mniej kosztowne w budowie od pieców wydłużonych.

Najczęściej opala się piece Hoffmannowskie zasypywaniem paliwa (miału węglowego) przez otwory w sklepieniu komory, wprost na ustawione w kanale wyroby, w którym to celu w ustawionych wyrobach pod otworami do zasypywania paliwa pozostawia się wąskie studzienki lub ustawia w tych miejscach rzadziej wyroby (ten ostatni sposób jest lepszy, gdyż paliwo lepiej się spala).

Kanał ma możliwie w równych odstępach na zewnętrznej stronie otwory (drzwi) służące do nasadzania i opróżniania kanału, przestrzeń pomiędzy dwoma otworami nazywamy komorą. Aby piec działał bez przerwy, należy tych komór robić nie mniej jak 12.

Bieg i prowadzenie pieca jest niezależne od ilości komór oraz formy kanału i opisane niżej bieg i prowadzenie pieca o 12 komorach należy uważać za typowe.

Piec działa w ten sposób, że spaliny są zmuszone do przejścia przez nasadzoną surowymi wyrobami część kanału, zanim dojdą do otwartego kanału, odprowadzającego je do kominu. Zimne powietrze niezbędne do spalania przechodzi przez wypaloną już część kanału i podgrzewa się, studząc jednocześnie wyroby.

Jako przykład biegu pieca Hoffmanna (tabl. 9), podaję przebieg wypalania w piecu o 12 przedziałach, który jest jednakowy jak w piecu okrągłym, tak i w podługowatym. Jeżeli z przedziału drugiego wyładowuje się wypalone wyroby, a przedział pierwszy zapełnia się surowymi podsuszonymi wyrobami, wówczas zamyka się zasuwę pomiędzy przedziałami 12 i 1, a otwiera zasuwę w przedziale 12, wskutek czego powietrze zewnętrzne zmuszone jest obieć wokoło przedziały 3—4—5—6 i t. d. do 12, gdzie przez otwarty kanał wchodzi do kominu. Wszystkie inne kanały powinny być wtedy zamknięte zasuwami. Zewnętrzne powietrze przy zetknięciu się z cegłą wypaloną w przedziałach 3—4—5 i 6 ochładza wyroby, a jednocześnie się nagrzewa w przedziale 7 i 8, w których odbywa się właściwe wypalanie, wzmacnia się go przez dosypywanie przez otwory w sklepieniu paliwa, przyczem spaliny przechodzą do przedziałów 9—10—11 i 12, w których odbywa się dosuszanie i podgrzewanie suszonych wyrobów, z 12 przedziału spaliny razem z parami (wyrobów dosuszających się) są wyciągane z komór kominem. Po wypaleniu następuje wyładowanie przedziału 3 i zamyka się szyber pomiędzy przedziałami 1 i 2, a otwiera komunikację w przedziale 1, zamyka w 12, ładuje przedział 2 i t. d.

W ten sposób opróżnia się i ładuje codziennie po jednym przedziale czyli w 12 dni obchodzi się wszystkie 12 przedziałów i tym sposobem piec działa bez przerwy.

Jeżeli mamy wypalać codziennie około 8500 normalnych cegieł, to przedziały powinny mieć objętość około 30 m³, przy większej produkcji np. 15.000 cegieł można je robić do 50 m³.

Spaliny wychodzące do kominu mają stosunkowo niską temperaturę (100°C), przeto kominy powinny być dość wysokie, aby ^{nie tracąc} otrzymać potrzebną szybkość wychodu spalin.

Z ulepszonych pieców Hoffmann'a opiszę tak zwane **piece zygzakowe** (tabl. 8), używane przy małej produkcji i piece pierścieniowie podługowate (tabl. 11 i 12), używane przy średniej i dużej produkcji fabryki. Mają one środkową przestrzeń okrążoną kanałem, tylko takiej wielkości, jaka jest konieczna dla pomieszczenia kanału odprowadzającego spaliny do kominu.

Piece zygzakowe (Tabl. 8) tem się różnią od pieców pierścieniowych, że kanał służący do wypalania ma formę łamaną, wzdłuż której w możliwie równych co do długości kanałów odstępach są pomieszczone (otwory) sadowe.

Spaliny z kanału odprowadza się do kanału kominowego, tak jak w zwykłych piecach pierścieniowych, to jest kanałami dolnymi z zasuwami, albo wierzchnimi rurami blaszanymi. Opala się piece zygzakowe tylko zasypywaniem paliwa (miału węglowego) na wypalane wyroby, czasami zastosowywa się wzdłuż jednej bocznej ściany ustawione z cegieł ruszta, o których powiem niżej przy opalaniu pieców typu Hoffmann'a. Piec zygzakowy daje mniejsze zużycie paliwa jak piec pierścieniowy o tym samym przekroju kanału, a to wskutek mniejszego, w porównaniu z pierwszym, promieniowania, gdyż objętość i powierzchnia są mniejsze o 15—20% przy jednakowej długości kanału. Ochładzanie wypalonych wyrobów jest równomierniejsze, co wpływa na równomierność wypalania i kolor wypalonych wyrobów.

Są one nie drogie w budowie, dogodnie w nasadzeniu (przy przyjętej w nich szerokości komór do 2 m), lecz wymagają uwagi przy prowadzeniu, gdyż przy spiętrzeniu się płomienia przy przejściu takowego z jednej komory do drugiej, łatwo można uszkodzić (spalić) wewnętrzne ścianki i sklepienie.

Rysunek przedstawia piec zygzakowy o 10 komorach, pojemności każda 5500 cegieł normalnych (18—20 m³) o tygodniowej wydajności 7 komór przy rozchodzie 145 kg miału węgla kamiennego na 1000 cegieł normalnego wymiaru.

Rysunek daje dostateczne dane co do typu pieców zygzakowych.

Opisany wyżej system opalania pieców Hoffmannowskich (przez zasypywanie przez otwory w sklepieniu paliwa wprost na wypalane wyroby) (Tabl. 12) ma dużo stron ujemnych, a głównie, że stykające się bezpośrednio z wypalaniem wyrobami paliwo zanieczyszcza je popiołem i żużlem i z tego powodu otrzymujemy zawsze część wyrobów niezdatnych do użytku. Dla uniknięcia powyższego opala się komory tylko przez boczne w sklepieniu otwory (środkowe się zamyka), leżące wzdłuż ścian kanału, przytem pod otworami ustawia się z cegieł (najlepiej ogniotrwałych) paleniska rusztowe z rusztami schodowymi (Tabl. 11). Można też przy zastosowaniu takich rusztów, urządziwszy odpowiednio spód (podłogę) pieca, nadać płomieniowi kierunek z góry do dołu (Ofen mit überschlagender Flamme), jak to zastosowujemy przy piecach perjodycznych, w tym razie spaliny przechodzą nie wprost kanałem, a z części kanału, gdzie się wypala wyroby, przechodzą przez spodek, aby dalej wejść do kanału, w którym się podgrzewają wyroby odpowiednimi otworami i idą już całym kanałem do kominu.

Ruszta takie robi się przy szerokich komorach (szerszych jak 2.5 m) z dwóch stron, a przy wąszych z jednej strony. Przytem kanał pieca dzieli się ściankami (grubości 1 cegły) na oddzielne komory.

Można też zastosować opalanie gazami generatorowemi, przyczem gazy wprowadza się do komór kanałami pod podłogą (Tabl. 11), a do samych komór rurami (z materiału ogniotrwałego) ustawionymi nad otworami w kanałach, rury te mają na całej swej powierzchni drobne otwory do ujścia gazu do komory i w celach jego lepszego zmieszania się z powietrzem.

Można też zastosować opalanie podobnie jak w piecach perjodycznych przy opalaniu ich gazami lub systemem Mendheim'a (Tabl. 11).

Powyższe urządzenie jest takie same jak u niżej opisanego pieca systemu Mendheim'a z tą różnicą, że zamiast oddzielnych komór mamy tu jeden kanał rozdzielony cienkimi (gr. 1 cegły) czasowymi ściankami na oddzielne komory.

Piece pierścieniowe mają kanały do odprowadzania spalin z komór do kanału kominowego, umieszczone z boku podłogi kanału, albo w samej podłodze; zamykają się one w kanale kominowym, tak zwanymi dzwonami z uszczelnieniem piaskowem. Zwykle każda komora ma jeden taki kanał, wskutek czego mamy zawsze w ogniu jedną całą komorę. Dzwony wskutek silnego nagrzewania krzywią się, co powoduje nieszczelność zamknięcia, a zatem stratę paliwa, gdyż wtedy część spalin niezupełnie wyszka uchodzi do kominu.

Powyższe odprowadzanie spalin nazywamy odprowadzaniem dolnem dla odróżnienia od odprowadzania górnego (Tabl. 12), polegającego na tem, że spaliny odprowadza się z komór wierzchnimi otworami w sklepieniu, służącemi do zasypywania paliwa. Odprowadzanie spalin uskutecznia się rurami blaszanymi z tyłoma odnogami, ile jest w każdym rzędzie otworów i kolanem na końcu dla połączenia z kanałem kominowym. Przy tem urządzeniu z ogrzania się rury możemy wnioskować o posuwaniu się żaru w komorze i w odpowiednim czasie przesuwac dalej rury odprowadzające spaliny, tym sposobem żar koncentruje się na mniejszej przestrzeni długości kanału, czego nie osiągamy przy odprowadzaniu dolnem spalin.

Jżeli naprzykład komora ma 6 rzędów otworów, to należy używać 6 rur i przesuwac je naprzód po jednej, biorąc ją ze strony posuwania się żaru w kanale pieca. Straty ciepła wskutek nieszczelności są tu wykluczone, gdyż najmniejsza może być natychmiast zauważoną, czego nie mamy przy dolnem odprowadzaniu spalin i zastosowaniu dzwonów do zamykania kanałów.

Górne odprowadzanie spalin ułatwia odprowadzanie wytwarzającej się pary przy wysychaniu na-

sadzonych wyrobów, a ^{formując} ~~ustawiając~~ je z odpowiednimi kanałami nad podłogą, zmuszamy spaliny posuwać się dołem kanału, czem osiągamy równomierniejsze wysychanie i wypalanie. Przy odpowiedniej kombinacji wierzchnich rur, możemy dla zwiększenia ciągu lub powolniejszego suszenia puszczać wcześniej część spalin do komina, a także łącząc za pomocą rur odpowiednio komory, część ich wyłączać, nie przerywając normalnego biegu pieca.

Jeszcze raz nadmieniam, że zmiana urządzenia opalania lub odprowadzania gazów niema wpływu na prowadzenie i kierowanie biegiem pieca.

Rozchód opału przy wypalaniu wyrobów z gliny zwyczajnej jest zależnym do gatunku użytej gliny i wynosi przeciętnie 200 kg mialu węglowego na 1000 cegieł normalnych.

Do wypalania wyrobów ogniotrwałych bardzo często używa się pieców gazowych **systemu Mendheim'a** (Tabl. 15 i 16), a do wypalania wyrobów dynasowych i magnezytowych prawie tylko one mają zastosowanie, choć do wyrobów dynasowych często używa się i pieców perjodycznych.

Piec gazowy systemu Mendheim'a jest piecem komorowym, który możemy uważać za piec, w którym opisane wyżej piece perjodyczne są w liczbie od kilku do kilkunastu połączone w jeden wspólny piec.

Konstrukcja pieca Mendheim'a jest dostatecznie wyraźna na tablicy 15^a, która wyobraża piec szesnastokomorowy i na niej zatrzymać się nie będę, a opiszę kierunek biegu gazu, powietrza i spalin, który przy tych piecach, mających dosyć skomplikowaną konstrukcję kanałów, wydaje się dosyć zawiły.

Gaz z generatorów przechodzi przez murowane kanały, leżące pod ziemią, wzdłuż pieca i z kanału tego wentylami v_1 i v_2 lub zasuwami wpuszcza się gaz do komory, w której nasadzone wyroby mają być wypalone. Z tej komory gazy spalinowe przechodzą do następnych komór dla dosuszania i podgrzewania wyrobów i z nich uchodzą do komina lub jeszcze się wyzyskuje zawarte w nich ciepło w kanałach suszarni. Potrzebne do spalania gazów powietrze przechodzi przez komory, w których wypalone wyroby stygną, ogrzewa się, doprowadza ogrzane do komory, w której spotyka się z gazami służącymi do wypalania.

Prowadzenie pieca polega na niżej opisanem manewrowaniu wentylami lub zasuwami; każda z komór za pomocą dwóch wentyli v_1 i v_2 jest połączona z głównym kanałem doprowadzającym gaz. Wentyl v_1 dopuszcza gaz do kanałów g_1 , a wentyl v_2 do kanałów g_2 . Z kanału g_1 idzie gaz przy otwartym wentylu v_1 przez dwa kanały q do komory spalania s , a z kanału g_2 do kanałów p i dalej do tejże komory spalania s . To rozdzielanie gazu ma na celu ułatwienie dopływu i regulacji ilości gazu do komory spalania. Gorące powietrze do spalania gazów generatorowych otrzymuje się drogą przejścia zimnego powietrza przez napełnione stygnąciami wyrobami komory za pomocą regulowanych zasuwami łącznikowych kanałów l .

Spalanie gazów generatorowych następuje w komorze spalania s i płomień podnosi się do góry, rozpościera się pod sklepieniem komory i przez nasadzone w niej wyroby przechodzi otworami w podłodze do komory b i kanałów c . Kanały te w liczbie czterech za pomocą otworów l w ścianach rozdzielających komory jedną od drugiej, łączą je jedna z drugą tak, że gazy spalinowe w następnej, od będącej w ogniu komory, podnoszą się do góry i robią tę samą drogę, co gazy w komorze będącej w ogniu.

Tak gazy spalinowe przechodzą przez kilka komór, nagrzewając nasadzone wyroby, aby w końcu przez otwór wychodowy f przejść do kanału dymowego R i dalej do komina.

Na drugim rysunku (Tabl. 16-c) jest pokazany piec również systemu Mendheim'a, lecz mający inną cokolwiek konstrukcję. W nim jak i w poprzednim piecu gazy generatorowe przechodzą od gazaków wzdłuż pieca kanałami b , krótkimi kanałami c z zasuwami h łączą się z każdą komorą; w komorach kanały doprowadzające gazy rozgałęziają się tak, że doprowadzają gazy do otworów umieszczonych w rogach komory, w którym to celu kanał b rozdziela się pod podłogą na kanały $g_{1-2-3 i 4}$, mające wychody do komór w ich rogach $e_{1-2-3 i 4}$. Otwór pośrodku komory e i kanał również pod podłogą d dzieli się na odnogi $d_{1-2-3 i 4}$, które mają tym sposobem połączenie z otworami w rogach komory i służą do przeprowadzania spalin z jednej komory do drugiej. Środkowy otwór e za pomocą kanału f łączy się z centralnym kanałem R , odprowadzającym spaliny do komina. Do tychże otworów wychodowych dla gazów doprowadza się do wnętrza komory niezbędne do ich spalania powietrze, które przechodząc przez wypalone komory, nagrzewa się. Spaliny służące do ostatecznego wysuszenia i podgrzewania nasadzonych do komór wyrobów, przechodzą temi samymi kanałami co i powietrze.

Połączenie komór pomiędzy sobą, kanałem doprowadzającym gazy generatorowe od gazaków i do komina wraz z zasuwami są uwidocznione na rysunku, na którym też widoczny jest kierunek gazów, powietrza do spalania ich i spalin.

Trzeci typ pieców Mendheim'a ma urządzenie przedstawione na tablicy 15-b, jest to obecnie najczęściej używany typ do wypalania wyrobów ogniotrwałych (do magnezytowych lepszy jest typ poprzedni). Spaliny wchodzi tu również na czterech rogach komory, a przed otworami w komorze są umieszczone wysokie progi podobnie jak przy piecach perjodycznych. Każdy z kanałów wchodowych dla gazów ma oddzielny wentyl b , do zamykania zaś każdej z komór służą wentyle d, e oznaczają otwory w podłodze,

którymi wychodzą z komory spaliny; *f* kanał odprowadzający spaliny do komina z każdej komory. Ruch i kierunek gazów, powietrza i spalin jest taki sam jak w piecu, przedstawionym na tejże tablicy.

Do wypalania wyrobów szamotowych, jako dopuszczających prędkie stygnięcie dla roboty bez przerwy wystarcza 8 komór, dla dynasowych 12 i magnezytowych 20, obydwa ostatnie rodzaje wyrobów wymagają powolnego ostygnięcia, dlatego dla roboty bez przerw wymagają większej liczby komór. Podane ilości komór wystarczą, o ile w ogniu będzie zawsze tylko jedna komora.

Komory robi się o objętości 30—35 m³.

Ostatni z typów pieców używanych do wypalania (najczęściej wyrobów ogniotrwałych) są tak zwane **piece kanałowe albo tunelowe** (tabl. 13), mające formę długiego (do 70 m), prostego, sklepionego kanału, w którym część, gdzie się odbywa samo wypalanie leży mniej więcej na $\frac{1}{3}$ długości kanału, licząc od końca, w którym się opróżnia piec z wypalonych wyrobów; kanał ten ma na spodzie położone szyny, po których wzdłuż kanału przesuwa się wagoniki naładowane mającymi być wypalonymi wyrobami. Na końcach kanału są podwójne, jedno od drugich na długość wagonika odległe drzwi, które się robi opuszczane; powinny one szczelnie zamykać kanał.

Platforma wagoników jest szersza, jak złożenia osiowe samych wagoników, pomost wyklada się materiałem ogniotrwałym (grubości 125—150 mm). Do boków długich platformy są przymocowane wąskie, grube blachy, wystające ku dołowi. Blachy te przy ruchu wagoników przesuwały się w rynnach, umieszczonych u dołu kanału, napełnionych suchym piaskiem; urządzenie to ma na celu uszczelnienie boków; w tym też celu pomiędzy platformy zakłada się sznur albo plecionkę azbestową.

Wszystkie wagoniki jednocześnie, a jest nimi zapełniony cały kanał, przesuwa się na długość jednego wagonika za pomocą cylindra hydraulicznego lub elektromotoru.

Produkta spalinowe mają odrotny kierunek w stosunku do ruchu wagoników. Piece tunelowe opalają się przeważnie gazami generatorowymi, chociaż można do nich zastosować inne rodzaje opalania stosowane przy piecach innych systemów (zasypywanie paliwa z góry, paleniska rusztowe i półgazowe).

Produkta spalinowe mają w kanale pieca tunelowego ruch następujący: powietrze niezbędne do spalania wchodzi otworami, które są regulowane zasuwami, umieszczonymi w końcu wychodowego kanału; powietrze przechodzące chłodzi wypalone wyroby, a samo stopniowo się nagrzewa i spotyka się z gazami na przestrzeni, w której się odbywa wypalanie. Gazy spotykają się z silnie ogrzanym powietrzem przy samym ich wejściu do kanału pieca i tym sposobem otrzymujemy intensywne i równomierne spalanie. Płomień można tu łatwo regulować i utrzymywać stosownie do potrzeby płomieni utleniającej lub odtleniającej.

Wagoniki posuwa się zawsze na długość jednego wagonika, tak, że się wypycha ze strony wychodowej jeden wagonik wypalony i już ochłodzony, a z drugiego końca kanału wypycha się wagonik naładowany wyrobami mającymi być wypalonymi. Powyższa czynność wykonywa się co 1 lub 2 godziny w zależności od długości kanału, prędkości wypalania i rodzaju wypalonych wyrobów.

Platformy wagoników mają zwykle wymiary: długość 1650, szerokość 1200 mm i mieści się na nich 1000 normalnych cegieł.

Przy dobrze prowadzonym piecu tunelowym i użyciu węgla kamiennego o wydajności 6.500 kal. rozchód jego nie przekracza 10% wypalonych wyrobów.

Piec tunelowy i budynek mogą być tak wybudowane, że nad piecem umieszcza się suszarnię kanałową, w której wagoniki z surowymi wyrobami mają ruch w odwrotnym kierunku, jak wagoniki, służące do wypalania. Przy suchym wyrobie cegieł można stosować te same wagoniki co i do wypalania, ustawiając od razu cegły klatkami; przeciwnie przy mokrym wyrobie są konieczne wagoniki ze stalugami. Dodatnia strona pierwszego jest, że raz naładowane przy prasie cegły podczas suszenia i wypalania nie wymagają przeładowywania. To samo mamy stosując przy piecach tunelowych oddzielnie stojące suszarnie kanałowe.

Do wypalania cegieł zwyczajnych, dachówek i sączków używa się przeważnie pieców zygzakowych i Hoffmann'a, a do wypalania wyrobów ogniotrwałych przeważnie pieców perjodycznych i Mendheim'a.

Przy puszczaniu w ruch pieca, opalanego zasypywanem paliwem, przez otwory w sklepieniu lub gazami (piece pierścieniowe, Mendheim'a i tunelowe), należy pierwszą komorę (przedział) nagrzać czasowymi paleniskami (najlepiej drzewem) do takiej temperatury, aby zasypywany miał węglowy lub gaz mogły się same zapalić od nagrzanym nasadzonych wyrobów.

Ustawianie cegieł w komorach pieców.

Dolny rząd cegieł ustawia się po dwie cegły na kant obok siebie, pod prostym kątem do otworów w podłodze tak, aby pomiędzy nimi pozostało miejsce puste, równe grubości jednej cegły. Na tak ustawioną pierwszą warstwę ustawia się pod kątem prostym do niej drugą warstwę, trzecią warstwę ustawia się ukośnie do drugiej, czwartą ukośnie do trzeciej, lecz w przeciwnym kierunku i t. d. aż do napełnienia komory.

Gorsze lub wybrakowane wyroby ustawia się przed paleniskami, gdyż tam jest najwyższa, przytem nierówna temperatura. Sadzanie zaczyna się od ściany przeciwległej sadowym otworom (drzwiom).

Wymiary i budowa pieców.

Piece niemieckie i holenderskie przy paleniskach z obydwóch stron zwykle mają szerokość 5 m i wysokość 3 m; co do długości, to nie należy ich budować nadmiernie długie. Ściany pomiędzy paleniskami mają od 0.6 do 0.8 m, boki o połowę mniejsze, szerokość palenisk 0.3—0.5 m. Wielkość palenisk oblicza się według tego, że powinny mieć 1.6—1.8 m³ na 100 kg spalonego węgla.

Piece perjodyczne czworokątne robi się o pojemności od 30 do 100 m³, a okrągłe o średnicy do 5.5 m, przy wysokości 4.5 m. Piec taki może wypalić do 30.000 cegieł normalnych.

Piece zygzakowe i pierścieniowe mają wymiary w zależności od ich wydajności, przekrój kanałów od 3 do 10 m² i objętość przestrzeni pomiędzy dwoma otworami sadowymi (drzwiami) od 8 do 60 m³. Zwykle przyjmuje się przy piecach pierścieniowych średnie wielkości 20—40 m³, co odpowiada produkcji od 10 do 20 tysięcy cegieł normalnych na dobę.

Wysokość kanału do wypalania robi się równą jego szerokości lub szerokość trochę większą, lecz stosunek ten nie bywa większy jak 1:1.3.

Wysokie kanały i komory są niedogodne do sadzenia, tak że wysokość ich rzadko przekracza 2.5 m. Piece Mendheim'a mają zwykle komory o pojemności od 30 do 40 m³. W piecach tunelowych wymiary przekroju kanałów zależą od wielkości platform wagoników, a długość zależy od rodzaju wypalanych wyrobów i dochodzi do 70 m.

Piece powinny być budowane bezwzględnie na suchym miejscu, w przeciwnym razie takowe musi być dobrze osuszone i wilgoć (woda) odprowadzona.

Ściany pieców muszą być tak wybudowane, aby promieniowanie było możliwie najmniejszym, oprócz tego dostęp zewnętrznego powietrza do wnętrza pieca powinien być możliwie utrudniony.

Aby zapobiec nieuniknionemu rozszerzeniu się ścian pieców przy rozgrzewaniu, kurczeniu i ostygnięciu, wynikiem czego jest pęknięcie ścianek, należy budować ściany pieców podwójne, składające się z zewnętrznej i wewnętrznej ściany i robić pomiędzy nimi co 0.8 do 1.25 m poprzeczne ścianki grubości 0.25 m, które powinny być połączone tylko z zewnętrzną ścianą, a wewnętrznej tylko się dotykać. Zewnętrzne ściany robi się pochyłe 60—70°, dzięki czemu lepiej wytrzymują one ciśnienie sklepień i rozszerzanie się (Tabl. 12). Wybudowane tak ścianki pieca są podzielone jakby na oddzielne skrzynie; najlepiej wypełniać je warstwami rzadkiej chudej gliny, w którą się wtlacza kawałki (do 1/4 cegły) cegieł lub nabija betonem z chudej gliny zmieszanej z szabrem ceglanym lub kamiennym.

Do budowy należy używać dobrych materiałów. Do wypalania wyrobów ze zwyczajnej gliny, gdzie temperatura nie przekracza 1000° C, używa się zwyczajnych cegieł, przy wyższych temperaturach odpowiednio ogniotrwałych. Należy tu przyjąć, że wewnętrzne ściany pieców powinny być budowane z materiałów wytrzymałych temperaturę o 6 stożków wyższą, od najwyższej temperatury wypalania.

Lepszymi są tu cegły ręcznego wyrobu, jako mające jednostajniejszą budowę. Jako zaprawę używa się przy ceglach zwyczajnych niezbyt tłustej gliny, a przy użyciu cegieł ogniotrwałych odpowiedniej zaprawy ogniotrwałej. Fugi pomiędzy ceglami należy robić cienkie około 7 mm i dobrze je wypełniać zaprawą.

Małe piece perjodyczne, muflowe, Mendheim'a i tunelowe należy mocno ściągać armaturą żelazną, oprócz tego, o ile na to pozwala konstrukcja pieca, stosować ściany w formie łuków.

Pomimo najstaranniejszej budowy ścian i sklepień piece zawsze dostają rys, które zaraz po zauważeniu należy zasmarować gliną i wyreperowywać. Dobrze jest przy budowie pozostawiać w wewnętrznych ściankach pieca tak zwane suche fugi, to jest przerwy w murze o grubości do 30 mm; przy ich zastosowaniu ścianki kurcząc się lub rozszerzając, dostają daleko mniej rys.

Dobrze jest po 3—4-krotnych wypaleniach posmarować zewnętrzne ściany pieca smołą kamienną, która tworzy elastyczną powłokę, dopuszczającą ruch ścianek przy ochładzaniu i nagrzewaniu, lecz zarazem chroniącą od powstawania drobnych rys.

Sklepienia należy robić bardzo dokładnie, nie powinny one być płaskie, lecz półokrągłe i jeżeli muszą być więcej płaskie, wówczas łuk ich powinien być nie mniejszy, jak 1/3 rozpiętości (szerokości komory).

Rysunek (Tabl. 14) wskazuje sposób budowania, to jest układania cegieł przy budowie pieców pierścieniowych.

Dla otworów w sklepieniach najlepiej jest używać dużych specjalnych cegieł z odpowiednimi w nich otworami.

Aby piec nie podlegał wpływom atmosferycznym, należy go pomieszczać w budynku, o ile możliwości razem z suszarniami i pomieszczeniami, w których ustawione są maszyny do wyrobu masy i wyrobów z niej, a także silniki.

Kominy pieców do wypalania.

Dokładnej zasady do ich obliczania nie mamy.

Przy piecach perjodycznych z paleniskami rusztowymi przyjmujemy, że powierzchnia przecięcia komina u góry $= \frac{1}{5}$ powierzchni rusztów, a wysokość ze względu na duży opór ruchowi gazów 35-krotnej średnicy.

Przy piecach zygzakowych, Hoffmann'a i Mendheim'a mamy dane praktyczne, podług których wysokość komina powinna wynosić nie mniej $\frac{1}{3}$ długości komór do wypalania, a powierzchnia przekroju wylotu powinna być równą $\frac{1}{6}$ przekroju komory.

Wskazaniem jest jednak, z powodu oporu ruchowi gazów przez wyroby ułożone w komorach kłatkami, trzeba siłę ciągu brać pod uwagę większą, bo piec, mający za mały ciąg, nigdy dobrze pracować nie będzie.

MATERJAŁY OGNIOTRWAŁE.

Materiałami ogniotrwałymi nazywamy znajdujące się w stanie naturalnym minerały i skały, jak również produkty przemysłu ceramicznego, które wytrzymują, nie zmieniając się, wysokie temperatury.

Badania dotychczasowe wykazały, że nie znamy ciała bezwzględnie ogniotrwałego, z drugiej strony od każdego naturalnego tworów uważanego za ogniotrwały, jak i wyrobu ceramicznego, wymagamy pewnej wytrzymałości i odporności na wysoką temperaturę i przeciwstawienie się jej działaniu, przez pewien czas.

Już zwyczajną cegłę możemy nazwać materiałem ogniotrwałym, w praktyce przyjęto jednak nazywać materiałami ogniotrwałymi te produkty kopalniane i wyroby ceramiczne, które bez znacznych zmian wytrzymują przez dłuższy czas działanie temperatury $+1580^{\circ}\text{C}$ (Stożek Segera Nr. 26). Wyroby wytrzymujące temperaturę stożka Segera Nr. 36 ($+1790^{\circ}\text{C}$) nazywamy wysoko ogniotrwałymi. Oprócz wytrzymałości na działanie wysokiej temperatury ciała ogniotrwałe powinny przeciwstawiać się wpływowi chemicznemu i fizycznemu ciał, z którymi się stykają przez dłuższy czas. Wpływy te działają po większej części szkodliwie i muszą być brane pod uwagę przy zastosowaniu i wyrobie materiałów ogniotrwałych.

Materiały i wyroby ogniotrwałe powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

1) być odpornymi na określoną w danym wypadku zastosowania wysoką temperaturę, t. j. nie topić się, nie mięknać, nie zmieniać się pod wpływem płomienia żagwiowego; 2) przeciwstawiać się chemicznemu działaniu ciał, z którymi się bliżej dłuższy czas stykają; 3) wytrzymać bez znacznych zmian raptowne zmiany temperatury; 4) być mechanicznie mocnymi i nieprzepuszczalnymi dla gazów; 5) mieć stałą możliwie niezmienną objętość przy wysokich temperaturach.

Kwestja kurczenia się i powiększenia objętości musi być brana pod uwagę przy wyrobie, tem bardziej, że wszystkie materiały ogniotrwałe, mające jako część składową glinę ogniotrwałą, kurczą się przy przejściu ze stanu mokrego do suchego, następnie do wypalonego. Materiały ogniotrwałe, zawierające kwarc, zachowują się odwrotnie: podczas nagrzewania i wypalania powiększają swą objętość. O środkach przeciwdziałania tym dwom zjawiskom będzie mowa przy wyrobie materiałów ogniotrwałych zawierających powyższe dwa składniki.

Mierzenie wysokich temperatur przy wszystkich procesach ogniowych ma duże znaczenie, do którego to celu używamy przyrządów, noszących ogólną nazwę *pyrometrów*.

Pyrometry termoelektryczne służą do ścisłego określenia temperatur, do określań mniej ścisłych używamy pyrometrów optycznych (Schora, Wannera, Hollborn-Kurlbauma i innych) lub stożków Dr. Segera. Pierwsze dwa rodzaje przyrządów są drogie, wymagają umiejętnego i ostrożnego obchodzenia się z nimi.

W przemyśle ceramicznym najczęściej są stosowane stożki Segera. Są to ostrosłupy wysokości 50 do 60 mm, składające się z materiałów podobnych, jakie się używa do polew porcelanowych, t. j. kaolinu, kwarcu, minji ołowianej i skalenia, z dodatkiem soli topiących się w różnych temperaturach.

Stożki te robią się dla rozmaitych temperatur w/g poniższej skali:

Nr. 0.22 — $+600^{\circ}\text{C}$	Nr. 0.13a — $+835^{\circ}\text{C}$	Nr. 04a — $+1020^{\circ}\text{C}$	Nr. 6a — $+1200^{\circ}\text{C}$
0.21 — $+650$	0.12a — $+855$	03a — $+1040$	7a — $+1230$
0.20 — $+670$	0.11a — $+880$	02a — $+1060$	8a — $+1250$
0.19 — $+690$	0.10a — $+900$	01a — $+1080$	9 — $+1280$
0.18 — $+710$	09a — $+920$	1a — $+1100$	10 — $+1300$
0.17 — $+730$	08a — $+940$	2a — $+1120$	11 — $+1320$
0.16 — $+750$	07a — $+960$	3a — $+1140$	12 — $+1350$
0.15a — $+790$	06a — $+980$	4a — $+1160$	13 — $+1380$
0.14a — $+815$	05a — $+1000$	5a — $+1180$	14 — $+1410$

Nr. 15 — + 1435° C	Nr. 26 — + 1580° C	Nr. 32 — + 1710° C	Nr. 38 — + 1850° C
16 — + 1460	27 — + 1610	33 — + 1730	39 — + 1880
17 — + 1480	28 — + 1630	34 — + 1750	40 — + 1920
18 — + 1500	29 — + 1650	35 — + 1770	41 — + 1960
19 — + 1520	30 — + 1670	36 — + 1790	42 — + 2000
20 — + 1430 1,530	31 — + 1690	37 — + 1825	

Sposób użycia stożków. Jeżeli chcemy doprowadzić w piecu temperaturę do +1000° C, to w tym celu na płytę gipsową lub szamotową ustawiamy trzy stożki Nr. 06a (+980° C), 05a (1000° C) i 04a (1020° C). Obserwując nagrzewające się stożki, zauważymy, że przyjmują one temperaturę i barwę otoczenia, wreszcie stożek Nr. 06a zaczyna się topić, to znaczy, że osiągnięto temperaturę +980° C. Po pewnym czasie, gdy się on roztopi, zaczyna się topić następny stożek Nr. 05a, oznacza to, że w piecu jest pożądana temperatura +1000° C i musimy tak regulować żar w piecu, aby ostatni stożek Nr. 04a nie topił się, a w razie, gdyby zaczął się zginać, oznaczałoby to, że temperatura staje się wyższą od +1000° (1020°) i żar należy zmniejszyć.

Temperaturę wskazaną przez stożki Segera musimy odróżniać od rzeczywistej temperatury topienia: ostatnia odpowiada przejściu krystalicznych mas w stan stopionego szkła (masy bezkształtne nie mają punktu topienia, lecz tylko punkt rozmiękczenia).

Stożki Segera określają tę temperaturę, przy której także stożki, uformowane z masy badanej, równocześnie się pochylają i dotkną wierzchołkami podstawy. Punkt topienia stożków Segera i temperatura topienia badanej masy jest również jednakowy tylko przy ciałach mających własność prędkiego krystalizowania; przy innych ciałach leży on wyżej.

W przemyśle ceramicznym używa się prawie wyłącznie stożków Segera do określania temperatur jako bardzo prostych w użyciu, niedrogich i do celów praktycznych dostatecznie dokładnych, tembardziej, że przyjęto w praktyce określanie ogniotrwałości (t. j. punktu topienia) materiałów ogniotrwałych numerami stożków Segera, jak również temperaturę stosowaną przy wypalaniu ich w piecach.

Surowce.

Rozróżniamy materiały ogniotrwałe naturalne, które się używają w tym stanie, w jakim je znajdujemy w postaci kopalni i podlegają tylko obróbce w celu nadania im potrzebnej do użytku formy, i sztuczne, które otrzymujemy, przerabiając odpowiednio naturalne płody kopalne.

1. **Kwarc.** Z licznych odmian kwarcu interesują nas dwie odmiany t. j. kwarc w postaci skały kwarcowej i czysty piasek kwarcowy.

a) Skała kwarcowa przedstawia masy drobno-ziarniste, zbite, koloru białego do szarego, czasami zabarwione tlenkiem żelaza. C. wł. 2,65, tw. 7. W stanie naturalnym używa się rzadko z powodu trudności obróbki i własności pęknięcia pod wpływem wysokiej temperatury. Mielony używa się do zaprawy trzonów pieców martenowskich i płomiennych.

Ogólnie nazywamy skały kwarcowe kwarcytami i nazwę tę będziemy nadal używali.

Skały kwarcytowe składają się z prawie czystego dwutlenku krzemu (SiO₂).

Oddzielne ziarna połączone są masą cementową, glinową, wapienną lub krzemionkową. Jeżeli ziarna kwarcu są częściowo zaokrąglone i połączone jednym z wyżej wymienionych cementów, lecz cała masa nie jest bardzo jednolita, to wtedy kwarcyty takie nazywamy piaskowcami.

Dawniej używano piaskowców z cementem glinowym do garów wielkich pieców i budowy innych pieców metalurgicznych.

Do wyrobów ogniotrwałych używamy wyłącznie kwarcytów mających krzemionkowy cement. Pod wpływem wysokiej temperatury wszystkie kwarcyty objętość swą powiększają, a po ostygnięciu taką zatrzymują. Zjawisko to nazywamy rośnięciem.

Niektóre odmiany kwarcytów przy silnem wypaleniu, doszedłszy do pewnej granicy rośnięcia, przy następnych nagrzaniach więcej nie rosną; odmiany te są najbardziej odpowiednie do wyrobu cegieł. Inne odmiany wymagają zbyt długiego, kilkakrotnego wypalania, aby usunąć własność rośnięcia. Trafiają się odmiany, które nawet po bardzo długim lub kilkakrotnem wypaleniu nie przestają rosnąć i takie do przeróbki zupełnie się nie nadają. Również i odmiany, które po wypaleniu rozsypują się, nie są zdadne do przeróbki.

Jeżeli po wypaleniu zrobione z kwarcytu lub z dodatkiem kwarcytu cegły nie pozbyły się własności rośnięcia, to są one niezdatne do użytku, gdyż ogrzane w murze, powiększając swą objętość pogniotą się wzajemnie, wypchną leżącą pomiędzy nimi zaprawę, a w końcu trzaskając pokruszą się. Częściowo zapobiega się temu odpuszczając armaturę pieców, jest to jednak możliwe tylko przy bardzo małym rośnięciu.

Powody rośnięcia były przez dłuższy czas niewiadome, przypuszczano, że znajdujące się w kwarcu pęcherzyki wypełnione gazami lub płynami (CO₂) powodują rośnięcie, rozsadzając, pod wpływem wy-

sokiej temperatury ziarna kwarcu, wobec tego jednak, że pęcherzyki te są mikroskopijnie małe, nie można sądzić, aby w stosunku do swej wielkości mogły rozsadać bardzo grube otaczające je ścianki.

W rzeczywistości objaśnienie tego zjawiska jest bardzo proste: Dr. Endel (Silicaquarzte Stahl u. Eisen 1913 r. Nr. 43—45) objaśnia to w ten sposób: w ogniu kwarc, nie zmieniając swego składu chemicznego, ani punktu topliwości, przechodzi w swą odmianę zwaną trydymitem, jeżeli przez dłuższy czas podlega działaniu temperatury 1450° C. Przytem ciężar właściwy zmienia się z 2.65 (kwarc) na 2.32 (trydymit), równocześnie następuje powiększenie objętości o 14%. Skonstatowano, że powyższe zmiany następują po jednym wypaleniu u jednych kwarcytów, u drugich po kilku, a trafiają się takie kwarcyty, które wogóle nie przestają rosnać nawet po b. wielu wypaleniach. Odmiany te przedstawiają się w polaryzowanym świetle mikroskopu różnie.

Przy ogrzewaniu drobno zmielonego kwarcu w obecności mineralizatora powyżej 870° C do 1470° C tworzy się trydymit, przy dalszem ogrzewaniu do temperatury topienia się kwarcu, a właściwie dwutlenku krzemu — christobalit. Bez obecności mineralizatorów zmiana następuje wprost w christobalit i zaczyna się przy temperaturze 1250° C. Drobno zmielony kwarc bez mineralizatora nagrany do 1250° przez 180 godzin dał bardzo małe przejście w christobalit, nagrany do 1360° przez 90 godzin wskazał już przejście $\frac{2}{3}$, a nagrany przez 1 godzinę na 1570° przeszedł prawie zupełnie w christobalit. Powyższe wskazuje wpływ wysokiej temperatury na przemiany kwarcu, które w obecności mineralizatorów następują znacznie prędzej.

Ciężar właściwy odmian kwarcu, o których wspominałem, wynosi: kwarcu 2.65, tridymitu 2.32, christobalitu 2.33 i szkła kwarcowego 2.21.

Ostatnie trzy ciężary właściwe podług określenia Dr. Endeļa.

Jaką rolę odgrywa w tym razie temperatura, to wskazuje poniżej podany przykład:

Kwarc surowy.	Wypalany przez 2 godziny przy temperaturze:			
	1250°	1400°	1500°	1600°
Ciężar właściwy 2.65	2.63	2.42	2.31	2.32

A zatem, aby ze starszych kwarcytów otrzymać dobre wyroby, należy przy wypalaniu stosować wysoką temperaturę. Przy zastosowaniu w przeciągu 40 godzin temperatury 1540° (stożek Nr. 20) osiągnięto prawie zupełną przemianę kwarcu.

Temperaturę należy podnosić szybko, aby nastąpiła przemiana dosyć prędką nie tylko drobnych ziarn, lecz aby i większe ziarna miały na nią dosyć czasu.

Do wyrobów ogniotwórczych używamy kwarcytów dewońskich, formacji węglowej i trzeciorzędowej z okresu węgla brunatnego.

Kwarcyty dewońskie zawierają dużo dwutlenku krzemu, bo aż do 99,8% i odpowiednio do tego punkt ich topliwości dochodzi do stożka Nr. 36 (1790° C), mają one strukturę krystaliczną. Pomiedzy kryształami trafiają się często domieszki biotyту, limonitu, rzadziej skalenia i chlorytu. Ponieważ one przy wypalaniu rosna, nadają się tylko do wyrobów materiałów ogniotwórczych gliniasto-kwarcowych. Rośnięcie kwarcytowych ziarn wyrównuje w pewnym stopniu kurczenie się przy wypalaniu gliny i otrzymujemy w ten sposób wyrób o dość stałej objętości.

Inaczej przedstawia się rzecz przy wyrobie cegieł wapienno-kwarcowych zwanych ogólnie dynasowemi. ^{Postać} ~~Postać~~ one stałą objętość t. j. przy nagraniu nie rosna. Do wyrobu ich nadają się bardziej młodsze kwarcyty formacji węglowej i trzeciorzędowej.

Kwarcyty formacji węglowej składają się z drobnych ziarenek, których powierzchnia uległa deformacji. Pomiedzy ziarenkami znajduje się ziarniste spoiwo. Kwarcyty te są ciemniejsze i często z domieszką węgla. Przy 2—3-krotnem wypalaniu dosięgają już stałej objętości t. j. przechodzą w znacznej części w trydymit.

Trzeci rodzaj kwarcytów (kwarcyty trzeciorzędowe) z okresu węgla brunatnego składają się z okrągłych ziarenek rozsianych równomiernie w zlepionej masie kwarcowej. Nazywają je także kwarcytami bezkształtnymi, amorfnyimi, słodkowodnymi lub brunatnowęglowemi. Kwarcyty te odróżniają się znacznie od dwóch pierwszych dewońskich i formacji węglowej, które się osadziły w wód. Kwarcyty trzeciorzędowe powstały z piasków, przez które przesiąkały wody zawierające rozpuszczoną krzemionkę i osadzając takową między ziarnkami piasku, spowodowały ich zlepienie. Mają one tę własność, że już przy pierwszym wypaleniu objętość ich ustala się, ciężar właściwy zmniejsza się (przejście w trydymit) i przy dalszych wypaleniach lub nagrzewaniach okazują już tylko nieznaczne zmiany objętości. Nadają się one najlepiej do wyrobu materiałów ogniotwórczych krzemionkowych.

Prof. Grum-Grzymajło (Stahl u. Eisen 1911 Nr. 6 i Z. P. M. O. 1910 Nr. 1) twierdzi, że z każdego kwarcytu można otrzymać stałe nie rosnaące wyroby, należy tylko, aby kwarcyt zawierał niemniej jak 94—95% dwutlenku krzemu, był użyty do wyrobu dostatecznie mialko zmielony i jest tem lepszy, im drobniej rozsiane są domieszki biotyту, cyrkonu i turmalinu, gdyż współdziałają one w przemianie kwarcu w trydymit.

Czysty bez domieszki kwarc ogrzany do temperatury powyżej $+1250^{\circ}\text{C}$ przechodzi w christobalit, o ile na niego nie działają inne ciała występujące tu w roli topników; przeciwnie przy działaniu na kwarc topników, takowy przy temperaturze ponad $+870^{\circ}\text{C}$ do $+1450^{\circ}\text{C}$ przechodzi w trydymit, przyczem tworzy się sieć kryształów trydymitu, pomiędzy którymi znajduje się masa szklista, utworzona ze stopienia się topników z krzemionką. Jako topniki występują tlenki glinu, wapnia i żelaza. C. wł. christobalitu i trydymitu = 2.32 i obydwie te minerały przy przemianie z kwarcu powiększają swą objętość o 14%.

Aby przemiana kwarcu w trydymit następowała łatwo i zupełnie, należy do wyrobów używać nie mniej jak 25% kwarcytu w stanie drobnej mączki. Przemiana ta odbywa się pod wpływem wysokiej temperatury; podczas nagrzewania ziarna kwarcowe trzaskają i tworzą się mikroskopijne szparki.

Podczas wypalania trzaskanie to odbywa się w otoczeniu roztopionego szkła, które okrąża oddzielne ziarenka kwarcu i które w tym razie mają znaczną ruchliwość, dzięki czemu trzaskanie kwarcu nie przechodzi poza ramy mikroskopijnych przesunięć. Rola szkła jest w tym razie rolą sprężyny, dzięki której ziarna kwarcu mogą się zbliżać i oddalać, a oprócz tego odgrywa ono rolę spoiwa zapewniającego szpary i utrzymującego jednocześnie jednolitość wyrobu. Oprócz tego gra ono rolę rozpuszczacza. Szkło to tworzy się przy temperaturze do 1400°C z ciał stanowiących domieszki w kwarcytach (Fe, Al i Ca) i dodanego do zmielonego kwarcytu przy wyrobie wapna; zaczyna się ono tworzeniem krzemianu żelaza, a przy podwyższaniu się temperatury dołącza się wapń, glin i reszta domieszek.

Przy tak wysokiej temperaturze ziarna kwarcu dzięki okrążającemu je szkłu przechodzą w trydymit, przyczem utworzone krzemiany rozpuszczają SiO_2 i wykryształizują trydymit. Szkła tego może być mało (5–6%), lecz drobne jego rozdzielanie robi go potężnym czynnikiem przemiany kwarcu w trydymit i jeżeli temperatura jest dosyć wysoka, aby te krzemiany się stopiły, to przemiana zaczyna się jednocześnie w całej masie, jednak drobne ziarna kwarcu ulegają tej przemianie łatwiej, jak większe.

Przyjawszy, że krzemiany mają się tworzyć z domieszek znajdujących się na powierzchni ziarn kwarcu, to jest oczywiście, że dla utworzenia się szkła i rozpuszczenia się w takowem ziarn kwarcu potrzeba dłuższego czasu i wysokiej jednocześnie temperatury i im drobniejsze będą ziarna kwarcu, tem prędzej będzie się odbywał proces rozpuszczenia i wykryształizowania trydymitu.

Z tego widzimy, dlaczego, używając do wyrobów dynasowych kwarcytów dewońskich, należy takowe mleć drobniej, aniżeli kwarcyty trzeciorzędowe (słodkowodne, brunatnowęglowe).

Szlif wyrobu dynasowego badany w świetle spolaryzowanym daje następujący obraz: ziarna kwarcu są popękane, szparki są wypełnione szkłem, wewnętrzna część ziarn przy zupełnej przemianie w trydymit jest nienaruszona, to jest obraca płaszczyznę polaryzacji, podczas gdy części, które się nie zamieniły w trydymit tej własności nie mają. Z powyższego widzimy, jak doskonały mamy środek do określenia dobroci wyrobów dynasowych w postaci mikroskopu polaryzacyjnego.

Zrobione wyroby należy bez przerw ogrzewać tak długo, żeby w nich nie pozostały ziarna kwarcu nieprzemienionego w trydymit, gdyż w przeciwnym razie nie zmieniony kwarc przy następnych ogrzewaniach będzie dalej przechodził w trydymit, wywołując powiększenie objętości wyrobów.

Ogrzewanie czystego kwarcytu przed zmieleniem i zrobieniem wyrobów ma nie tylko na celu ułatwienie zmielenia, lecz także ułatwienie po dodaniu wapna przejścia kwarcu w trydymit, gdyż częściowo podczas wypalania nastąpiła przemiana kwarcu w christobalit.

We Francji osiągnięto b. dobre rezultaty, mając kwarcyt krystaliczny bardzo miałko. W Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej wyrabiają z kwarcytów dewońskich i sylurskich bardzo dobre wyroby wapienno-kwarcowe nie ustępujące co do wytrzymałości europejskim z kwarcytów trzeciorzędowych. Dobroć swych wyrobów osiągnęli amerykańanie przez mielenie na drobno kwarcytów i długotrwałe wypalanie przy temperaturze stożka Nr. 26 (1580°C), przyczem ta temperatura utrzymuje się około 40 godzin przy bardzo wolnem podgrzewaniu i stopniowo wolnem ochładzaniu. Cała operacja wypalania trwa do 10 dni. Część użytego na wyroby zmielonego kwarcytu jest w postaci drobnej mączki, wchodzi ona najpierw w związek z wapnem, tworząc szkło, z którego wykryształizowuje się trydymit, tworzy się siatka kryształów dająca spójność wyrobom, ziarna zaś grubsze dają silną podstawę siatce. To łatwiejsze przejście w stan szkła drobnej mączki objaśnia konieczność drobnego mielenia kwarcytów trudno podlegających przemianie w trydymit.

b) Piasek kwarcowy znajduje się w postaci wolnych ziarn kwarcu, czasami sprasowanych. Używa się on podobnie, jak wyżej wymieniona skała kwarcowa do naprawy trzonów. Obydwie wymienione odmiany używa się w połączeniu z innymi minerałami do wyrobu materiałów ogniotrwałych.

2. **Łupek talkowy** składa się z listkowatego albo tabliczkowatego talku — ma domieszki kwarcu i skalenia, bywa szarawy albo zielonawo-biały, bardzo miękki, tłusty w dotknięciu, zawiera 30,92% magnezji i 69,08% kwasu krzemowego. Łupek talkowy w kwasach nie rozpuszcza się.

3. **Łupek chlorytowy** jest to listkowata, czasami grubo-włóknista zielona, do czarno-zielonawej masa, dzieląca się na cienkie włókna, miękka w dotknięciu. Często zawiera domieszki kwarcu, skalenia, łyszczyku i talku. Kwas siarkowy rozkłada go. Zawiera SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO i H_2O .

Łupki talkowy i chlorytowy, które jako miękkie kamienie łatwo dają się obrabiać, używa się na ścianki pieców, służących do wytapiania metali.

4. **Żelaziak chromowy** występuje w postaci twardych, spójnych mas koloru ciemno-szarego do czarnego, dających brunatno-żółtą rysę. C. wł. 4.4—4; tward. 5.5.

Skład: Cr_2O_3 do 65%, oprócz tego Fe_2O_3 , Al_2O_3 , MgO i SiO_2 . Używa się na obojętne trzony do pieców martenowskich albo po zmieleniu do wyrobu cegieł.

5. **Magnezyt** występuje jako krystaliczne lub bezkształtne białe lub szarawe masy, przeświecające, aż do nieprzezroczystych, blasku szklistego (krystaliczny) lub matowego (bezkształtny). Przy prażeniu dzięki zawartości żelaza (krystaliczny) robi się magnetyczny. C. wł. 2.85—3.1; tward. 3—4.5.

Skład dobrych najwięcej używanych surowych magnezytów:

	SiO_2	CaO	MgO	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	CO_2
Eubejski	1.63	1.44	45.75	1.36	49.88
Styryjski	—	1.58	45.32	FeO 2.12	50.90
Uralski	0.2—0.7	0.25—1.5	45—47	0.5—3.5	51—51.5

Magnezytu po wyprażeniu do spiekania używa się na zaprawy i cegły.

6. **Dolomit** występuje jako zbite krystaliczne masy, czasami porowate, koloru białego, od zawartości żelaza żółtawe i szarawe, przeświecające, aż do nieprzezroczystych.

Dolomit sproszkowany rozpuszcza się w HCl . Czysty zawiera CaCO_3 63% i MgCO_3 37%. C. wł. 2.45 do 2.95, tw. 3.5—4.5.

Za materiał ogniotwały uważa się dolomit zawierający nie mniej jak 19—20% MgO i nie więcej jak 1.5% SiO_2 i 2% $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$.

7. **Bauksyt** (Bauxyt) występuje jako bezkształtne, podobne do gliny masy, tworzące miękkie i kruche skały jasnej barwy, powstałe ze zwietrzenia bazaltów i innych skał wybuchowych. Bauksyt składa się z tlenków gliny. Czysty bauksyt zawiera 65% Al_2O_3 i 35% H_2O , lecz taki trafia się rzadko; zwykle zawiera kwas krzemowy i żelazo. Często spotykają się bauksyty składu: Al_2O_3 49%, SiO_2 28%, i H_2O 18%, a po wypaleniu Al_2O_3 63.6% i te wytrzymują temperaturę stożka Segera Nr. 37 (+1825° C).

Przez stopienie bauksytu w piecu elektrycznym otrzymujemy stopioną masę pod nazwą dynamidonu albo alundum, zawierającą 53.4% glinu. Materiału tego po zmieleniu używa się jako szamotę na wyroby wysoko ogniotwale, bo topiące się w temperaturze stożka Nr. 39 (1880° C). Odznacza się po silnym wypaleniu wielką stałością objętości.

8. **Gliny ogniotwale** będące, jak już o tem wspominałem, produktem zwietrzenia skał zawierających skałki, uważać należy za krzemiany glinu i alkali. Rozkład tych skał i powstawanie pokładów gliny mającej znaczenie jako materiał ogniotwały działy się w czasie, kiedy temperatura na powierzchni ziemi była znacznie wyższa, aniżeli teraz, również i zawartość CO_2 w atmosferze była większą; było to w tych czasach, kiedy się tworzyły pokłady węgla kamiennych i brunatnych (formacja węglowa i trzeciorzędowa). Dzięki tej dużej zawartości w powietrzu dwutlenku węgla przy obniżaniu się temperatury mechaniczne i chemiczne rozkłady skał postępowywały dosyć prędko, również i wody zawierające dużo kwasu węglowego i kwasów humusowych działały rozkładowo na krzemiany.

Działaniom tym najsilniej podlegały krzemiany alkali, potem wapnia, a na końcu magnezji. Najważniejszy dla nas z krzemianów jest krzemian glinu, który najtrudniej poddawał się tym działaniom i dlatego powstał kaolin jako reszta rozkładu skał. Jak widzimy, gliny powstały w dwóch perodach rozdzielonych milionami lat, a mianowicie w czasie formacji węglowej i trzeciorzędowej, co należy rozróżniać. Pierwsze pod wpływem ciśnienia wyżej leżących pokładów utworzyły skały pokładowe mocne t. zw. łupki gliniaste, mało plastyczne, co objaśnia się tem, że masa glinowa z czasem straciła wodę i przemieniła się w kaolin. W młodszych glinach trzeciorzędowych zmiany te nie nastąpiły jeszcze i dlatego w połączeniu z wodą otrzymujemy masę plastyczną. Łupki gliniaste z formacji węglowej dają bardzo dobry materiał do otrzymywania t. zw. szamoty, która przedstawia wypalony łupek gliniasty lub glinę ogniotwałą przy temperaturze tak wysokiej, przy której straciły własność zmniejszania swej objętości.

Jako przykład składu chemicznego możemy wziąć łupek formacji węglowej z Neurode na Śląsku (Hr. Kłodzkie), który po wypaleniu daje bardzo dobrą szamotę: Straty przy prażeniu 0.5%, SiO_2 51.3%, Al_2O_3 46.7% i topników 1.3%.

Inne gliny ogniotwale są niczem innym jak zanieczyszczonymi kaolinami, spłukanymi w inne (niższe) miejsca ze swych złóż pierwotnych. Jako zanieczyszczenia zawierają piasek, ziarna kwarcu, resztki skałeni i wodne tlenki żelaza, te ostatnie zabarwiają gliny na żółte odcienie, podczas gdy zanieczyszczenia pochodzenia organicznego (cząsteczki węgla) nadają im zabarwienie szare. Od ilości tych zanieczyszczeń zależy skład chemiczny, a co z tego wynika i ich stopień topliwości oraz własności.

Wogóle za ogniotwale uważamy te gliny, punkt topliwości których leży wyżej Nr. 26 (1580°) stożka Segera. Nadmienić należy przytem, że czysta substancja glinowa topi się przy stożku Nr. 34 (1750°), a czysty kwarc przy stożku Nr. 35 (1770° C).

Zawarta w glinach woda hygroscopiczna jest nieszkodliwą, lecz stanowi niepotrzebny balast. Wartość glin ogniotrwałych zależy od zawartości tlenu glinowego i stopnia ich topliwości, zatem najcenniejsze są gliny zawierające jaknajmniej topników. Gliny zawierające piryty są niezdatne do użycia, bo wydzielenie tych pirytów jest trudne i drogie. Piasek również jest szkodliwy. Gliny ogniotrwałe mogą zawierać topników najwyżej do 5%. Wyjątek stanowią gliny, z których mamy wyrabiać rzeczy bardzo mocno wypalane t. zw. odporne na działanie kwasów, które przy wypalaniu powinny być prawie stopione.

Tlenek glinu i dwutlenek krzemu w połączeniu trafiają się w przyrodzie w postaci minerałów; i tak połączenie $4Al_2O_3 + SiO_2$ jako minerał dumortieryt w pegmatytach, połączenie $Al_2O_3 + SiO_2$ jako sillimanit, andaluzyt i cyanit, z nich najważniejszym jest sillimanit trafiający się w wielu masach ceramicznych glinowo-krzemionkowych. Ponieważ stanowi on podstawę krzemianów glinowych, dlatego rozpatrzymy jego własności. Z wykresu widzimy (Tabl. 18), że pomiędzy dwoma składnikami znajduje się związek, którego punkt topienia wynosi około $+1816^{\circ}C$. Związek ten składa się z 62,85% Al_2O_3 i 37,15% SiO_2 czyli odpowiada $1Al_2O_3 + 1SiO_2$, związek ten mikroskopicznie mający kryształki włókniste i pałeczkowate odpowiada sillimanitowi. Eutektyka pomiędzy sillimanitem i tlenkiem glinu ma punkt topliwości cokolwiek niższy jak powyższy związek. Od tego punktu linia topliwości z powiększeniem się zawartości Al_2O_3 wzrasta prostolinijnie aż do punktu topliwości czystego Al_2O_3 przy $2050^{\circ}C$. Eutektyka pomiędzy sillimanitem a SiO_2 leży około 20% Al_2O_3 około $1600^{\circ}C$. Kwasy solny i siarkowy tak na zimno jak i przy ogrzaniu działają na sillimanit bardzo mało, to samo dotyczy związków fluowodorowych. Mięszanina HCl i HF jak również stopione Na_2CO_3 rozkładają go powoli.

Z wykresu (Tabl. 18) można określać punkt topliwości każdego połączenia kaolinu albo Al_2O_3 z SiO_2 i odwrotnie każdemu punktowi topliwości odpowiada określone połączenie ich, z czego stanowią wyjątek związki o zawartości wyżej 50% Al_2O_3 , gdyż tego rodzaju dwa związki mają ten sam punkt topliwości.

Dla użytku praktycznego u dołu tablicy dodana jest podziałka odpowiadająca topliwości stosunków wypalonego kaolinu do kwarcu ew. Al_2O_3 . Czysty wypalony kaolin składa się z 54% SiO_2 i 46% Al_2O_3 , a punkt topliwości podług wykresu $1750^{\circ}C$. Praktycznie topi się przy stożku Nr. 35 ($1770^{\circ}C$), co objaśnić można stosunkowo powolnym topieniem. Masy szamotowe o grubym ziarnie podczas wypalania długi czas opierają się rozpuszczeniu, tworzą związek, który nie odpowiada krzywej wykresu.

Tu wspomnę o specjalnie trudno topliwych masach, jak masa Marquardt'a, która składa się z 65% kaolinu i 35% Al_2O_3 . Otrzymuje się ją mieszając składniki w stanie bardzo drobnym i przy wypalaniu tworzą się kryształki sillimanitu. Punkt jej topliwości stożek Segera Nr. 38 ($1850^{\circ}C$). Wypala się mieszanie tę przy stożku Segera Nr. 14 ($1460^{\circ}C$).

Przy analizach glin zauważono, że w glinach z zawartością Al_2O_3 28 do 40% z powiększeniem procentowej ilości Al_2O_3 powiększa się ilość topników, zaś w glinach zawierających mniej jak 28% i więcej jak 40% ilości ich zmniejszają się. Używając szamoty wypalanej z łupków można zmniejszyć ilość topników. W każdym razie maksymalna ilość topników 5% w niektórych wypadkach może być większą i jest nawet pożyteczną.

Przy ściślej mieszaniu rozmaitych topników między sobą, a następnie z masą glinową, przy wypalaniu tworzy się najpierw łatwo topliwy roztwór bogaty w topniki, lecz zawierający mało Al_2O_3 ; przy dalszym ogrzewaniu punkt topliwości podnosi się, przyczem masa przyjmuje coraz więcej SiO_2 i Al_2O_3 aż w końcu utworzy się szkło. Temperatura topliwości zależy od stosunku SiO_2 do Al_2O_3 .

Znany i zasłużony badacz glin ogniotrwałych prof. K. Bischof na zasadzie swych badań wyprowadził wzór współczynnika ogniotrwałości, za pośrednictwem którego można porównywać ogniotrwałość badanej gliny ze znanymi glinami ogniotrwałymi. Wzór ten oparty na składzie chemicznym gliny ($Al_2O_3 + SiO_2 +$ topniki) ma formę:

$$3 \frac{(Al_2O_3)^2}{SiO_2 \times \text{topniki}} = \text{spółczynniki ogniotrwałości.}$$

Jeżeli gliny, mające być użyte do przeróbki, zawierają kawałki kwarcu, piasek, kamienie, piryty lub kawałki węgla brunatnego, w takim razie należy je od takowych domieszek oczyścić odmaćaniem. Odmaćanie polega na tem, że glinę rozrabia się dużą ilością wody, a następnie po osadzeniu się na dnie grubszych kawałków, wypuszcza się wodę z zawieszonymi w niej cząsteczkami gliny do osadowych basenów, z których po osadzeniu się gliny wypuszcza się wodę, a pozostałą odmaćoną glinę suszy i używa do dalszej przeróbki.

Otwór do wypuszczania szlamu z mieszadła należy robić na $\frac{1}{4}$ wysokości ścian mieszadła od dna.

Drugi daleko doskonalszy sposób oczyszczania glin, to t. zw. sposób elektro-osmozy Dra Botho-Schwerina (Tonindustrietzg. 1912, Nr. 93) (Tabl. 16): Stały prąd elektryczny w obecności płynu z dodatkiem elektrolitu działa w sposób specjalny na ciała w stanie koloidalnym i bardzo miążkim. Koloidalnymi nazywamy ciała nie mające własności przechodzenia w stan krystaliczny, w tym wypadku masa glinowa. Jeżeli glinę rozmieszamy wodą, to pod wpływem prądu wskutek własności, że oddzielne jedno-

rodne cząsteczki starają się zbliżyć jedna do drugiej, można je w zupełności oddzielić od innych cząstek ciał w postaci twardej masy u biegunów. Tym sposobem można wydzielić takie ilości wody, jakich prasowaniem wydzielić jest niemożliwe.

Glinę przeznaczoną do oczyszczenia najpierw się zmielcza, potem rozrabia wodą z dodatkiem elektrolitu (węglanu, wodorotlenku sodowego lub szkła wodnego) i od grubszych domieszek oczyszcza się odmaćnianiem. Szlam zawierający drobne krystaliczne domieszki przechodzi przez przyrząd, w którym podlega oczyszczeniu prądem elektrycznym, przyczem na anodzie wydziela się czysta glina w postaci spójnej masy zawierającej mało wody.

Sam przyrząd służący do elektro-osmozy składa się z naczynia, mającego formę koryta, w dole którego są umieszczone mieszadła *c*; w górnej części koryta obraca się ołowiany walec *a*, będący anodą; pod walcem jest umieszczona siatka miedziana *b*, stanowiąca katodę. Wchodzący do koryta przez rury *d* odmulony szlam gliniany, utrzymuje się mieszadłami *c* w bezustannym ruchu, który uniemożliwia osadzanie na spodzie koryta przerabianej masy. Górna część koryta ma odpływy *e*, które odchodzi woda po wydzieleniu się na walcu (anodzie) oczyszczonej gliny. Cząsteczki gliny podczas przejścia szlamu przez przyrząd osadzają się na walcu *a*, z którego są zgarniane skrobaczką *f*. Osadzona na walcu warstwa ma grubość 8—10 mm, i zawiera wody od 10 do 20%.

Oczyszczona w ten sposób glina jest pozbawiona zupełnie piasku i piryków, ma kolor jasny i może być użyta zaraz do dalszej przeróbki. Ponieważ nie posiada ona domieszek, topliwość jej jest wyższa, a plastyczność zwiększa się. Np. glina ogniotrwała, punkt topliwości której odpowiadał przed oczyszczeniem stożkowi Nr. 29, po oczyszczeniu podniosła się do stożka Nr. 35; przy drugiej próbie ilość substancji glinowej podniosła się z 60—66% na 90%. Odpływająca woda może być użyta powtórnie.

Jeżeli mamy do rozporządzenia duże pokłady gliny średniej jakości, sposobem elektro-osmozy możemy otrzymać surowiec dobry, eksploatacja którego może się opłacić, nie zważając na wysokie koszty instalacji. Sposób ten potrzebuje mniej siły, robocizny i wody, aniżeli zwyczajne szlamowanie, a daje bez porównania lepsze od niego wyniki, gdyż można ze średnich glin otrzymać gliny wysoko-ogniotrwałe.

Koks. Do wyrobu materiałów ogniotrwałych używa się ~~również~~ gatunki koksu, zawierające jak najmniej popiołu i siarki.

Grafit. Do wyrobu materiałów ogniotrwałych najlepszymi są te odmiany grafitu, które przy mieleniu dają płaskie listki, do takich należy grafit wydobywany na wyspie Ceylon.

Analiza grafitów:

Grafit czeski	C — 82,68	popiołu — 15,25
„ ceyloński	79,40	„ — 15,50
„ syberyjski	94,03	„ — 5,25
„ bawarski (Passau)	81,08	„ — 11,62

Karborundum. Jest to jeden z niewielu surowców sztucznych mających zastosowanie przy wyrobie materiałów ogniotrwałych. Karborundum jest chemicznym związkiem krzemu z węglem, otrzymuje się w piecach elektrycznych z piasku i węgla i wytrzymuje temperaturę do +1800° C, ogrzany zaś wyżej do +2200° C rozkłada się na krzem, który się ulatnia i na węgiel.

Podług Baradue-Müllera karborundum pod działaniem gazów utleniających utlenia się już przy +1600° C (nie może być zatem używany do pieców martenowskich), w odtleniającym płomieniu może wytrzymać temperaturę do +2200° C.

Popiół materiału opałowego pokrywa karborundową powierzchnię glazurą, która jest odporna na działanie utleniającego płomienia. Pokrycie glazurą działa tu odwrotnie jak na cegły kwaśne i zasadowe, gdyż tu tworzenie się glazury niszczy, a tam chroni je od stopnienia.

Cegły karborundowe wyrabia się nie wypalając takowych, a mianowicie: 1) Karborundum w ziarnach do 1,5 mm miesza się z dobrą gliną ogniotrwałą albo 2) ze szkłem wodnym i prasuje silnie prasami hydraulicznymi.

Te ostatnie cegły umieszczone w najgorętszym miejscu pieca martenowskiego nie wykazały po dłuższym czasie żadnych zmian, również bardzo wytrzymałymi okazały się sklepienia w piecach elektrycznych łukowych. Wysoka cena tych wyrobów stoi jednak na przeszkodzie do ich rozpowszechnienia.

Badanie glin. Analiza zapomocą odmulania. Cel takowej, określenie piasku, resztek nierozłożonych minerałów, części organicznych i t. p. domieszek.

Z licznych metod i przyrządów służących do powyższego, najprostszy i najdokładniejszy i niewymagający specjalnych urządzeń jest sposób prof. Tschokke, polegający na następujących manipulacjach: 50 gr. przeznaczonej do zbadania gliny gotuje się przez parę godzin w porcelanowej parownicy, poczem pozostawia w spokoju na dobę. Następnie przelewa się, splukując osad, do litrowej wysokiej szklanki z dziobkiem i do $\frac{3}{4}$ dopełnia się wodą. Po dokładnym wymieszaniu szklaną pałeczką pozostawia się jakiś czas w spokoju i wtedy osadzają się na dnie 2 warstwy, z których górna zawiera bardzo drobne, a dolna grubsze domieszki. Jak tylko obydwie pokłady wyraźnie się oddzielią, zlewa się ostrożnie będący ponad nimi mętny płyn i tak postępuje się kilkakrotnie, dopóki woda nad osadem będzie mętna. Jak

już ostatnia woda będzie prawie czysta, spłukuje się osad do porcelanowego moździerza i rozciera lekko drewnianym tłuczkiem, albo jeszcze lepiej gumowym, w celu oczyszczenia ziarek osadu przez tarcie od resztek gliny. Następnie osad odszlamowuje się jeszcze raz lub nawet kilka, zależnie od tego, czy woda jest czysta lub mętna. Otrzymany osad suszy się i waży. Jeżeli takowy zawiera części organiczne (np. węgiel), to się go przed ważeniem praży.

ANALIZA CHEMICZNA GLIN.

Do analizy używa się próby z materiału wyschłego na wolnym powietrzu (pod szopą) i utartego bardzo mialko w moździerzu agatowym.

1) **Określenie wody hygroskopijnej i straty przy prażeniu.** Dla określenia ilości wody hygroskopijnej suszy się 1—2 gramów gliny do stałej wagi przy temperaturze 120° C. tak długo, aż dwa ważenia w odstępie godzinnym dadzą nam te same rezultaty. Różnica pomiędzy wagą surowej i wysuszonej gliny stanowi ilość wody hygroskopijnej.

Próba użyta do określenia ilości wody hygroskopijnej praży się przy wysokiej temperaturze także do stałej wagi i otrzymuje się tym sposobem stratę przy prażeniu, to jest ilości wody konstytucyjnej, części organicznych i kwasu węglowego.

W ogólnej analizie glin, ilości wody hygroskopijnej, konstytucyjnej, części organicznych i kwasu węglowego razem, określa się jako stratę przy prażeniu.

2) **Określenie kurczenia się glin.** Prof. Jochum poleca następujący sposób: Z badanej gliny robi się czworokątne 15×15 mm pałeczki długości 200 mm, które suszy się 10 dni na polerowanej cynkowej płytce (do cynku najmniej przylega wilgotna glina), przewracając je kilka razy dziennie z boku na bok. Suszenie to odbywa się przy pokojowej temperaturze, a następnie 2—3 dni przy temperaturze stałej 30° C. Różnica w długościach pałeczki surowej gliny i po wysuszeniu daje jako rezultat kurczenie się gliny przy suszeniu.

Z wysuszonych powyżej pałeczek wycina się kawałki o długości dokładnie 100 mm i wypala się w piecu mufowym przy temperaturze 1630° C (stożek Nr. 28). Różnica w długościach wysuszonej i wypalanej pałeczki daje kurczenie się gliny przy wypalaniu. Kurczenie gliny należy brać pod uwagę przy wyrobie mas ogniotrwałych, które powinny po wypaleniu mieć pewne określone wymiary. Próby na kurczenie się należy robić nie tylko z czystej gliny ogniotrwałej, lecz także i z różnych mieszanin np. z dodatkiem kwarcu, szamoty, bauksytu, stosownie do tego, jakie i z jakich materiałów surowych zamierzamy wyrabiać gotowe materiały ogniotrwałe.

3) **Określenie stopnia topliwości.** Z gliny lub masy przeznaczonej do zbadania robi się stożki, formy stożków Segera i takowe razem ze stożkami Segera poddaje się działaniu wysokiej temperatury. Zależnie od tego, z jakim stożkiem Segera badany stożek gliny lub masy zacznie się równocześnie topić, określamy stopień topliwości badanego materiału.

4) **Określenie plastyczności gliny.** Aby określić plastyczność gliny, robi się z badanej gliny kulki, używając do zrobienia suchej gliny na plastyczną masę ściśle jednakowo procentową ilość wody. Tak zrobione kulki płaszczy się, naciskając je, do chwili powstania na brzegach spłaszczonej kulki pęknięć i im glina jest plastyczniejszą, tem większe wytrzyma spłaszczenie. Wielkość spłaszczenia określa plastyczność gliny, a zatem ilość dodatku środków schudzających.

Używszy bardzo plastycznej gliny i zrobiwszy próby wypalania z rozmaitemi ilościami środka schudzającego można zrobić skalę, w jakiej ilości do rozmaitych wyrobów należy je dodawać.

5) **Analiza wymierna (racjonalna)** ma za zadanie określenie składu substancji glinowej, jak i zawartości w glinie kwarcu (piasku) i skalenia, polega na rozkładzie gliny gotowaniem z rozcieńczonym kwasem siarkowym (1:2), który nie działa na zawarte w glinie kwarc i skałen, przyczem substancja glinowa rozkłada się. Tlenek glinu przechodzi przytem w postaci siarczanu glinowego do roztworu, a krzemionka wydziela się. Siarczan glinu usuwa się przemýwaniem wodą, a krzemionka kilkakrotnem na przemian gotowaniem z wodorotlenkiem sodu i kwasem solnym przechodzi do roztworu. Pozostałość zawierająca całą ilość kwarcu i skalenia po przeprażeniu rozkłada się kwasem siarkowym i fluowodorowym i po odparowaniu pozostają siarczany glinu i alkali, z których po rozpuszczeniu wydziela się amoniakiem tlenek glinowy. 1 część tego tlenku glinowego = 4.51 części skalenia. Analiza ta nie jest zbyt dokładną, lecz na jej wynikach opiera się kontrola fabrykacji wyrobów kamionkowych i porcelanowych.

6) **Techniczno-chemiczna analiza glin.** Gliny zawierają obok chemicznie połączonego dwutlenku krzemu (w formie substancji glinowej) piasek, który przy technicznych analizach glin łączymy razem z chemicznie połączonym SiO₂.

1 gr. bardzo drobno utartej gliny ogrzewamy na kąpeli wodnej ze stężonym kwasem siarkowym przez dłuższy czas (10 do 12 godzin) w tyglu platynowym. Zawartość tygla rozpuszczamy, ogrzewając w kwasie solnym, rozcieńczamy wodą i sączymy. Osad, dobrze przemýty rozcieńczonym gorącym kwasem solnym i wodą, składa się z krzemionki (z substancji glinowej) i piasku. W przesączu (po dodaniu chlorku amonowego) osadzamy tlenki żelaza i glinu amoniakiem, które następnie rozdzielamy gotowa-

niem z KOH lub NaOH. Pozostały po odciedzeniu tlenków żelaza i glinu przesącz odparowujemy i prażymy w celu usunięcia lotnych soli amonowych i jako pozostałość otrzymujemy wapno, magnezję i alkałje; do nich dodajemy poprzednio otrzymaną ilość tlenku żelazowego i razem zapisujemy do rezultatów analizy jako topniki.

Takim sposobem rezultat analizy składa się z ilości SiO_2 (piasku + SiO_2) + Al_2O_3 + topników + straty przy prażeniu = 100%.

Chcąc oddzielić piasek od chemicznie połączonego dwutlenku krzemu należy osad po przeprażeniu i zważeniu nagrzać (przez kwadrans) z 5% roztworem węgla sodu, przyczem dwutlenek krzemu przejdzie do roztworu, a w osadzie pozostanie piasek (część bardzo drobnego piasku rozpuści się w roztworze sody i z tego powodu może powstać różnica do 0.2%). Przesącz zakwaszony kwasem solnym, odparowany do sucha i rozpuszczony na gorąco w rozcieńczonym kwasie solnym da nam w osadzie dwutlenek krzemu.

Powyżej opisany sposób analizy nie jest zupełnie dokładny, lecz wystarczający zupełnie dla celów technicznych. Dokładne analizy glin należy robić podług zasad stosowanych w chemii analitycznej.

Wyroby szamotowe.

Ogólną zasadą przy wyrobie materiałów ogniotrwałych jest, że różne materiały surowe powinny być składane oddzielnie jeden od drugiego; najlepiej pod szopami z odkrytymi bokami, a to dlatego, aby na złożone materiały swe dobroczynne wpływy wywierały zmiany atmosfery.

Powyższe szczególnie dotyczy się glin, które powinny być używane do dalszej przeróbki suche, a raczej wyschłe. Tem unika się bardzo kosztownego suszenia, a w razach, kiedy jest koniecznym sztuczne suszenie, to wtedy należy stosować możliwie suszarnie ogrzewane promieniującym ciepłem pieców do wypalania, odrobioną parą lub gazami spalinowemi, a tylko w ostateczności ogrzewać bezpośrednio spalaniem paliwa, gdyż rozchody na takowe wpływają na podrożenie produkcji. Ogrzewanie suszarni powinno podlegać ściślejszej kontroli, bo w suszarniach jest dopuszczalną tylko temperatura potrzebna do wydzielenia z gliny wody higroskopijnej. Suszenie gliny przy wyższej temperaturze powoduje utratę plastyczności, czego należy bezwarunkowo unikać.

Do wyrobu cegieł szamotowych używamy oprócz gliny ogniotrwałej t. zw. szamoty, która jest wypaloną gliną ogniotrwałą lub łupkiem przy tak wysokiej temperaturze, że straciły one przy dalszem wypalaniu własności ponownego kurczenia się. Szamotę używa się do wyrobów zmieloną, do odpowiedniej wielkości ziarn.

Oprócz szamoty z gliny ogniotrwałej lub łupku używa się szamoty kwarcowej, zawierającej dodatek kwarcu i szamoty z dużą zawartością Al_2O_3 (bauksytowej).

Ogniotrwałość szamoty, t. j. stopień jej topienia możemy określić z wykresu. Czysta szamota dochodzi do topliwości stożka Nr. 35, przytem szamota kwarcowa ma niższy, a glinowa o wiele wyższy stopień topliwości.

W piecach metalurgicznych wskutek ciśnienia stopień topliwości obniża się o 100 a nawet więcej stopni; zjawisko to przy wyrobach krzemionkowych niema miejsca.

Odporniejszemi na zmiany temperatury są wyroby, do których została użyta szamota w grubszych ziarnach i większy procent gliny, lecz są one mniej odporne na działania chemiczne. Zjawisko to wskutek mniejszej spójności jest czysto mechanicznej natury, bo do mniej spójnej masy łatwiej przenikają gazy i płynne masy. Najgorzej działa tu tlenek węgla, który odlenia często znajdujący się na powierzchni wyrobów paryt żelazny; utworzone tak meteliczne żelazo odlenia CO na węgiel (C), który się osadza w postaci drobnych ziarn; ilość ich stopniowo zwiększa się i niszczy cegły, powodując ich pękanie. Aby temu i podobnym zjawiskom zapobiedz, wyroby winny być spójnemi i wogóle nie należy używać masy zawierającej więcej jak 3 części szamoty na 1 część gliny ogniotrwałej.

Dodatek czystego piasku kwarcowego do szamoty czyni wyroby spójniejszemi, mniej pękającemi, lecz są one zato i mniej ogniotrwałemi.

Szkodliwie działają na wyroby szamotowe popiół, żuźle i płynne metale; żuźle są po większej części zasadowe i im więcej wyroby zawierają tlenku glinowego, tem ich szkodliwe działanie jest mniejsze. Przy zetknięciu się z płynnem żelazem, część dwutlenku krzemu odlenia się tworząc krzem, który wchodzi w związek z żelazem, zjawiska tego niema przy wyrobach, o ile stosunek $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3 = 1:6$ albo jest wyższym.

Zwiększając ilość tlenku glinowego o 10% zwiększa się jednocześnie topliwość o 40°C; szamoty wysoko gliniaste wytrzymują temperaturę do stożka Nr. 37, tego rodzaju wyroby wytrzymują działanie zasadowych żużli jak i raptowne zmiany temperatury, lecz podlegają w ogniu kurczeniu się.

Szamota krzemionkowa (kwarcowa) obniża stopień topliwości, zrobione z niej wyroby nie kurczą się, co możemy objaśnić przemianą przy wypalaniu kwarcu w christobalit (przemiana ta odbywa się bez współdziałania topników) lub tridymit (przy współdziałaniu topników), przyczem kwarc w tych razach powiększa swą objętość o 14%. Dodatek kwarcu, który przy ogrzaniu rośnie, wyrównywa jedno-

cześciej kurczenie się gliny i tym sposobem otrzymujemy wyroby o stałej objętości. Im drobniejszy użyjemy tu kwarc, tem łatwiej otrzymamy stałą objętość. Wyroby tego rodzaju z dużą zawartością dwutlenku krzemu są kwasoodporne. Kwarc gruboziarnisty robi wyroby porowatemi, odpornymi na raptowne zmiany temperatury (wyrabia się z takiej masy tygle hesseńskie, w których stosunek kwarcu do gliny = 1:1). Jeżeli szamota kwarcowa zawiera więcej jak 95% kwarcu, to już takie wyroby nazywamy krzemionkowemi albo dynasowemi i mówić będziemy o nich następnie.

Gliny ogniotrwałe są tłuste, wskutek czego przy wypalaniu znacznie się kurczą, dodatek ciała tych samych własności ogniotrwałych, lecz nie kurczącego się jest koniecznym warunkiem utrzymania wyrobów o stałej określonej formie.

Oprócz wypalanej na szamotę gliny ogniotrwałej używa się jako takowej niezdatne do użytku wyroby szamotowe t. j. popękane, potłuczone lub z poobtłukiwaniami brzegami.

Należy unikać do przeróbki używanych wyrobów szamotowych. Można je w ostateczności używać, lecz po zupełnem oczyszczeniu od przylegających żużli i części stopionych.

Wypalanie gliny ogniotrwałej na szamotę. Do wyrobu szamoty używa się łupków gliniastych i glin ogniotrwałych. Wypala się szamotę w piecach szybowych (w rodzaju pieców używanych do wypalania wapna), albo w tych samych piecach, które służą do wypalania wyrobów szamotowych.

Bryły surowej gliny, które podczas wypalania na szamotę nie kruszą się, należy wypalać w piecach służących do wypalania gotowych wyrobów, czem unika się kosztów budowy i utrzymania specjalnych pieców. Specjalne piece (szybowe) są konieczne przy wypalaniu na szamotę glin rozsypujących się podczas wypalania.

Rozejrzawszy się w obydwóch konstrukcjach pieców do wypalania szamoty, t. j. służących do wypalania wyrobów i szybowych, odrazu widzimy, dlaczego dla glin rozsypujących się przy wypalaniu są odpowiedniejszymi ^{krótsze} długie piece. Gazy spalinowe przechodzą pomiędzy ułożonemi w klatki wyrobami i uchodzą otworami w spodku do kanału i dalej do komina. Przy rozpadającym się materiale otwory w spodku zostają zasypane okruchami i gazy mając utrudnione ujście powodują niemożliwość prawidłowego działania pieca. Wypalając szamotę w piecach, służących jednocześnie do wypalania gotowych wyrobów, należy uważać, aby przy układaniu brył gliny pozostawiać dostateczne kanały do przejścia gazów spalinowych, przyczem najpraktyczniej nad otworami w spodku pieca, odprowadzającymi te gazy, poustawiać klatki z cegieł, aby przy odkruszaniu się kawałków, czego przy użyciu brył nigdy się nie uniknie, nie zanieczyszczały się otwory odprowadzające gazy do kanału.

Niektóre fabryki do wypalania szamoty używają cegieł, zrobionych z samej, bez domieszek, gliny ogniotrwałej.

Używając na szamotę łupków węglowych, zawierających duże ilości substancji węglowej, można kosztem zawartego węgla wypalać je na szamotę w piecach kotłowych, używanych u nas do prażenia rud żelaznych ilastych.

Opiszę tutaj tylko piec szybowy, gdyż piece służące do wypalania wyrobów były opisane przy omawianiu pieców do wypalania wyrobów ceramicznych.

Piece szybowe do wypalania szamoty mają lepiej okrągły, jak czworo- lub prostokątny szyb ze stożkiem u dołu, po obydwóch stronach którego są otwory do wygrzebywania wypalanej szamoty. Otwory te robi się na wysokości 800 mm od ziemi. Na 2 metry powyżej otworów do wygrzebywania są otwory od palenisk, któremi gazy wchodzi do pieca, otworów tych jak i palenisk robi się dwa: jeden naprzeciwko drugiego. Najlepiej stosować paleniska półgazowe lub gazowe. Wyżej otworów paleniskowych 2 do 3 metrów umieszcza się otwór służący do ładowania pieca. Piec od góry (otworu do ładowania) rozszerza się ku dołowi z tem jednak, aby na wysokości, gdzie do szybu wchodzi gazy, średnica jego nie była większa jak półtora metra, bo przy większej średnicy szamota w środku pieca będzie źle wypalona. Wyżej otworu do ładowania piec kończy się mniej lub więcej wysokim kominem. Do obsługi wyżej opisanego pieca wystarcza dwóch ludzi na zmianę. Rozchód paliwa zależy od własności gliny mającej być wypalaną na szamotę. Piece szybowe przy akuratywnej i uważnej robocie dają dobrze i równo wypalony produkt.

Skład masy wyrobów szamotowych. Skład masy, to jest stosunek ilości gliny ogniotrwałej do ilości szamoty, zależy od własności użytej gliny ogniotrwałej, dlatego bywa on bardzo rozmaitym i ustanowienie tego stosunku jest możliwem tylko próbami. Stosunek ten waha się pomiędzy 1.5 do 3 części szamoty na 1 część gliny.

Dobre szamotowe wyroby powinny mieć ściśle przepisane wymiary, być mechanicznie wytrzymałymi, mieć czysty dźwięk, wytrzymywać bez zmian określoną stosownie do gatunku temperaturę, być odpornymi na jej zmiany jak i na działanie płomienia, gazów i żużli. Dawniej przy obfitości dobrych glin, gdy zapotrzebowanie na wyroby szamotowe było stosunkowo niewielkie, łatwo było o dobre choć prymitywnymi sposobami otrzymane wyroby; obecnie warunki się zmieniły co do surowych materiałów, a równocześnie wymagania co do ich gatunków znacznie wzrosły; obydwie te czynniki razem wzięte wywołały duży postęp w technice ich wyrobu.

Mechaniczną wytrzymałość wyrobów możemy otrzymać odpowiednią mieszaniną gliny i szamoty, dokładnością wyrobu i wypalaniem przy odpowiednio wysokiej temperaturze. Częściowo otrzymuje się wyższą wytrzymałość mechaniczną stosując do wyrobu maszyny, dające możliwość ich prasowania przy dużym ciśnieniu. Dobre cegły szamotowe powinny wytrzymać ciśnienie od 140 do 260 kg na 1 cm².

Ziarnistość zależy od grubości ziarn użytej do wyrobu szamoty; wyroby zrobione z miękkiej, drobnej szamoty są mniej wytrzymałe na zmiany temperatury od wyrobów z gruboziarnistej szamoty, lecz te ostatnie mają zato dużo drobnych rys, co wpływa ujemnie na ich wytrzymałość, zapobiedz czemu można użyciem gruboziarnistej szamoty z dostateczną ilością drobniejszych ziarn i mączki, aby nimi zapełnić przestrzenie pomiędzy grubszymi ziarnami.

Wyroby szamotowe powinny posiadać kolor żółtawy, jasny bez ciemnych plam. Wyroby szamotowe zaczynają mięknąć przy temperaturze około 1300° C, zależy to od własności użytej do ich wyrobu gliny ogniotrwałej i może się obniżyć nawet do 1150° C.

Przygotowanie masy szamotowej. Sposoby wyrobu masy szamotowej z surowych materiałów i dalszej jej przeróbki na cegły i inne wyroby odróżniają się sposobem roboty i używanymi do tego maszynami. Niżej opiszę najprostszy sposób wyrobu, wymagający najmniej miejsca, niewiele prostej budowy maszyn, zużywający stosunkowo niewiele siły mechanicznej i wymagający nielicznej obsługi.

Muszę tu nadmienić, że wszystkie inne sposoby roboty, prowadzone racjonalnie, dają jednakowo dobre wyroby, mogą być tylko tańszymi lub droższymi w robocie i instalacji.

Odmierzone (zwykle na miarę) ilości suchej gliny i szamoty przepuszcza się razem przez łamacz, wrzucając do niego jedno i drugie razem.

Łamacz (Tabl. 3) składa się z mocnej ramy żeliwnej lub stalowej, w której są umieszczone dwie, ustawione ku dołowi pod ostrym kątem, zaopatrzone w podłużne karby płyty stalowe lub z utwardzonego surowca. Jedna z tych płyt (przednia) jest umocowana do ramy nieruchomo, druga (tylnia) ma ruch wahadłowy, polegający na oddalaniu i zbliżaniu się jej do przedniej płyty. Dzięki temu ruchowi kawałki wrzuconego do łamacza materiału łamią się do takiej wielkości, jaką jest wielkość pozostawionej u dołu szpary pomiędzy płytami nieruchomą i ruchomą; szpara ta może być regulowaną i od jej szerokości zależy wielkość kawałków, na jakie łamie go łamacz z wrzuconego pomiędzy płyty materiału, podlegającego zmieleniu. Wydajność łamacza zależy od twardości łamanego materiału i wielkości kawałków, na jakie ma on być połamany i takowa waha się pomiędzy 3 i 12 t na godzinę przy zużyciu siły od 5 do 16 KM.

Otrzymane z łamacza drobne kawałki przepuszcza się w celu dalszego zmielenia przez młyn wałkowy (wałki, Tabl. 16), które składają się z żeliwnej lub stalowej ramy (*g*), w której są umieszczone dwa wałki: nieruchomy (*a*), obracający się w stale umocowanych w ramie (*g*) panewkach i ruchomy (*b*). Na wale, na którym jest osadzony nieruchomy wałek, jest umieszczone koło zębate (*p*), połączone z przekładnią (*q—r*), za pośrednictwem której wałek ten otrzymuje ruch obrotowy. Drugi ruchomy wałek (*b*) jest umieszczony w ruchomych panewkach (*c*), którymi można dowolnie dociskać go do nieruchomego wałka sprężynami (*d*); tym sposobem otrzymujemy pożądaną odległość pomiędzy wałkami; do regulowania powyższej odległości służą drewniane klocki (*h*), umieszczone pomiędzy ruchomymi panewkami a ścianką wycięcia w ramie (*g*). Wałek ruchomy obraca się wskutek tarcia wywoływanego zmielczanym wałkami materiałem. Sprężyny (*d*) mają za zadanie, oprócz dociskania wałków, poddawanie się im, aby umożliwić przejście pomiędzy wałkami przedmiotom, nie mogącym być przez nie zmielczonymi (np. kawałki żelaza lub inne twardsze od zmielczanego materiału) i tym sposobem zapobiegamy ich łamaniu się. Same wałki składają się z twardych (stalowych, hartowanych lub żeliwnych z utwardzoną powierzchnią) płaszczy, osadzonych na żelaznych korpusach, które są osadzone na stalowych lub żelaznych wałach. W miarę zużycia podlegają zamianie tylko zewnętrzne płaszcze, zużywają się one nierówno i dlatego należy je od czasu do czasu przetaczać. Nad wałkami umieszcza się urządzenie podające pomiędzy wałki równomiernie materiał, mający być zmielczonym. Cały młyn wałkowy umieszcza się w blaszanym płaszczu (*f*), mającym u dołu wylot dla zmielzonego wałkami materiału.

Aby wałki dawały równomiernie zmielzone ziarna i drobną mączkę, powinny obracać się z różną ilością obrotów każdy lub mieć różne średnice.

Najczęściej używane wałki mają średnicę 0.7 m i długość 0.3 m, zmielczają one na godzinę do 5 t przy zużyciu około 9 KM.

Wielkość kawałków idących z łamacza na wałki powinna być nie większą jak 25—30 mm, a wielkość ziarn wychodzących z wałków 3 do 5 mm oprócz drobniejszych ziarn i mączki.

Materiał z pierwszej pary wałków idzie na sita, mające na celu oddzielenie większych kawałków, które się przepuszcza przez drugą, lżejszej budowy, parę wałków i z nich dostatecznie rozdrobiony materiał przechodzi do ogólnego zbiornika umieszczonego zwykle pod sitami.

Zwracam uwagę, że glina powinna być dostatecznie suchą, gdyż wilgotnawa nie rozdrabia się, tylko płaszczy i zalepia otwory sił, co może być powodem otrzymania nierównomiernej mieszaniny.

Ze zbiornika zmieszana z szamotą glina zapomocą kubelkowego podnośnika idzie do mieszadeł

(Tabl. 4), w których się ostatecznie miesza i z dodatkiem (do 20%) wody przerabia na masę idącą do formowania.

Ilość dodawanej wody zależy od własności gliny i grubości mlewa surowych materiałów, jednak nie należy dodawać wody więcej, jak tego wymaga konieczna potrzeba, gdyż jej nadmiar stanowi zbędny balast, który tak czy inaczej przy dalszej robocie musi być usunięty, a oprócz tego za mokra masa maże się i otrzymuje się z niej wyroby silnie się kurczące i słabe po wypaleniu.

Mieszadła używa się stojące lub leżące (Tabl. 4), pierwsze mają formę stojących cylindrów, drugie koryt; w jednych jak i w drugich obraca się w pośrodku oś z ukośnie nasadzonymi nożami, które miesza i jednocześnie posuwają materiał, wychodzący z mieszadła w postaci pryzmy.

Otrzymany z mieszadła materiał układa się, ubijając go w kupy w chłodnych i przewiewnych pomieszczeniach, gdzie w celu przemoknięcia, otrzymania większej jednolitości i plastyczności pozostawia się conajmniej 48 godzin. W celu ochrony kup od wysychania przykrywa się je mokremi płótnami lub rogożami. Tak przygotowana masa jest gotową do dalszej przeróbki (formowania wyrobów).

Niektóre fabryki zmielczają oddzielnie szamotę i oddzielnie wysuszoną glinę, przyczem szamotę sortują sitami podług wielkości ziarn na kilka wielkości i mączkę. Tak zmielczoną szamotę i glinę, to jest różnej wielkości ziarna szamoty, mączkę szamotową i drobno zmieloną glinę miesza w odpowiednich stosunkach ilościowych na sucho w specjalnych maszynach do mieszania i otrzymaną mieszaninę miesza z wodą na masę w mieszadłach korytowych (Tabl. 4). Dalsza przeróbka masy niczem się nie różni od niżej opisanego jej przerobu na cegły lub inne wyroby.

Wyrób cegieł i kamieni szamotowych. Z przygotowanej odleżalej masy formuje się ręcznie lub prasami, używanymi do wyrobu cegieł zwyczajnych, cegły. Cegła ta po wyschnięciu do tak zwanej twardości skóry (przy silnem naciśnięciu paznokciem daje odcisk) prasuje się ręcznymi (Tabl. 5) lub mechanicznymi prasami i suszy po tem powtórnem prasowaniu ostatecznie w suszarniach albo tylko przy letnim wyrobie pod szopami. Do wyrobu innych wyrobów szamotowych oprócz cegieł zastosowuje się przeważnie ręczne formowanie.

Powyższy system roboty wymaga dużo robocizny, co wpływa na podrożenie kosztów produkcji.

System roboty z zastosowaniem specjalnych maszyn do wyrobu cegieł pozwala na użycie suchszej masy, co powoduje prędsze suszenie, a zatem przy danej objętości suszarni daje większą produkcję.

Z wielu systemów używanych tu pras mechanicznych polecam prasę systemu Hütwohl'a (Tabl. 19), urządzenie której polega na następującem: na lanej podstawie są umieszczone dwie w formie ram podstawy, u dołu w środku pomiędzy nimi znajduje się wał pędniowy, mający pośrodku umocowane dwa występy (regulujące się), które wprawiają w ruch stemple do prasowania. Na jednym końcu tego wału jest umocowany mimośród, wprawiający w ruch pręt, przytrzymujący pokrywę skrzynki będącej formą do prasowania; na drugim końcu wału jest osadzone koło pasowe lub jest on połączony z elektromotorem, obok nich jest osadzony mechanizm podnoszący do góry pokrywę do sprasowania cegieł. Pod skrzynią ~~do~~ prasowania i nad występami na wale pędniowym są umieszczone stemple wraz z mechanizmem do prasowania i wypychania z form gotowych sprasowanych cegieł.

Maszyna ta prasuje odrazu dwie normalne cegły lub jedną większą do 15 kg wagi, w którym to celu usuwa się ze skrzyni przegrodę i wkłada odpowiednie wkładki. Boki skrzynki są wyłożone zmieniającymi się blachami stalowymi w celu ochrony boków skrzyni od prędkiego zużycia.

Nadmiar masy wypycha stempel dołem i wychodzi z boku rynną nie zanieczyszczając maszyny.

Użycie prasy: po włożeniu surowej cegły lub bryły do skrzynki robotnik opuszcza pokrywę, nasa suwa na jej występ koniec pręta idącego do mimośrodu, wtedy prasa sprasowuje cegłę. Po sprasowaniu pręt odchyła się, pokrywa sama się podnosi i stempel wypycha gotowe cegły.

Zużycie siły przy wyrobie normalnych cegieł 1.5 KM, przy dużych ceglach do 3 KM.

Wydajność maszyny na zmianę 2500 cegieł szamotowych (250 × 125 × 65 mm). Masa do tej prasy powinna zawierać nie więcej jak 14—15% wody; mieszadła przerabiające taką masę zużywają więcej (do 5 KM) siły.

Najlepszą okazała się mieszanina z 60% szamoty i 40% gliny przy wielkości ziarn szamoty do 4 mm, którą to mieszaninę, jeżeli na to pozwalają surowe materiały, polecam zastosowywać.

Dobrze jest przy użyciu tej prasy masę po odleżeniu przepuszczać przez zwyczajną prasę ceglarską i używać otrzymane z niej cegły zamiast brył do prasowania. Sposób ten daje lepiej wyrobioną masę.

Suszenie i wypalanie wyrobów szamotowych. Surowe wyroby szamotowe suszy się na powietrzu pod szopami albo w suszarniach, o których wspomniano przy omawianiu suszarni; nadmienię tu tylko, że należy się starać, aby wyroby wogóle przed nasadzeniem do pieców były możliwie dobrze wysuszone.

Duże kamienie (np. wielko-pieczowe) suszą się zwykle wprost na podłodze, rzadziej na stalugach, przyczem należy je często obracać, aby ich suszenie było równomiernem. Suszenie dużych i ciężkich wyrobów powinno być bardzo wolne i w zależności od ich wielkości trwa do kilku tygodni. O piecach do wypalania już mówiono przy omawianiu takowych, tu dodam tylko, że wyroby szamotowe w za-

ležności od gatunku i własności użytej gliny wypala się przy temperaturze stożka Segera Nr. 9—11 (+ 1280 — 1320° C).

Rozchód węgla do wypalania (6500 Kal.) wynosi w piecach perjodycznych i Mendheim'a od 15—20%, a przy piecach tunelowych 10% od wagi wypalonych wyrobów.

Wyroby z dużą zawartością tlenu glinowego albo bauksyt'owe.

Aby otrzymać wyroby z dużą zawartością tlenu glinowego, zamienia się całą ilość lub część zwykłej szamoty gliniastej szamotą otrzymaną z bauksytu.

Czysty bauksyt trudno i źle się wypala na szamotę, przeto drobno zmielony bauksyt miesza się z małą ilością bardzo dobrej gliny ogniotwórczej i tę mieszaninę wypala na szamotę. Dalszy wyrób w nim nie różni się od fabrykacji zwykłych wyrobów szamotowych.

Wyroby dynasowe (krzemionkowe).

Nazwa pochodzi od nazwy piaskowca, znajdującego się w dolinie Neath w Walji, z którego były robione pierwsze wyroby; zaczęto go używać na wyroby w 1882 roku. Jest to piaskowiec zawierający 96—98% dwutlenku krzemu, który po zmieleniu mieszano z 2% wapna i wypalano przy wysokiej temperaturze. Oprócz tych dwóch głównych składników zawiera on małe ilości tlenków glinu i żelaza. Topliwość od stożka Nr. 30 do 36.

Wyroby podobne do otrzymywanych z wyżej opisanego piaskowca otrzymujemy używając kwarcytu z dodatkiem wapna, tak, że obecnie nazwa ta stosuje się do rodzaju wyrobów, a nie miejsca ich pochodzenia.

Odróżniamy wyroby dynasowe angielskie i niemieckie; pierwsze mają jako spoiwo wapno, drugie glinę ogniotwórczą, przyczem ostatnie są mniej ogniotwórcze, lecz wytrzymalsze na raptowne zmiany temperatury. Są one bardzo czułe na zetknięcie się z zasadami, łatwo tworzą z nimi związki i topią się.

Przy nagraniu wytrzymałość wyrobów dynasowych na ciśnienie zmniejsza się, lecz nie niżej 10 kg na 1 cm², co zupełnie wystarcza przy budowie pieców metalurgicznych. Są one mało odporne na raptowne zmiany temperatury, stałą temperaturę wytrzymują dobrze do 1700° C.

Cegły znane pod nazwą „Silica“ są zwykłymi wyrobami dynasowymi.

Przy kwarcytach mówiłem, że stałość objętości t. j. nierosnięcie wyrobów krzemionkowych polega na przemianie kwarcu w tridymit i im przemiana ta jest zupełniejszą, tem lepsze wyroby otrzymamy. Należy przyjąć za zasadę, aby zmielony kwarcyt po przemieszananiu go z mlekiem wapiennym przeleżał przed wyrobem (prasowaniem) cegieł dobę, aby dzięki włoskowatości mleko wapienne równomiernie rozdzieliło się pomiędzy ziarnkami kwarcytu, dlatego mieszanina nie powinna być zanadto suchą.

Wyrób masy i cegieł krzemionkowych. Obecnie porzucono system przesiewania i sortowania mielonego kwarcytu podług grubości (wielkości) ziarn i następnego ich mieszania w pewnych określonych stosunkach co do wielkości ziarn z mączką i tym sposobem bez szkody dla dobroci wyrobów uproszczono znacznie fabrykację. Należy tylko, o ile kwarcyt jest zanieczyszczony domieszką gliny, przemycić go.

Kwarcyt łamie się najpierw łamaczem (Tabl. 3) do wielkości kawałków od 25—30 mm, następnie w celu dalszego zmielenia i dokładnego zmieszania z mlekiem wapiennym używa się młynów kołowych (Tabl. 2 i 3). Młyny kołowe używa się z kołami każde wagi 5000 kg, wydajność takiego młyna na 8 godzin wynosi 10.000 kg. Łamiąc łamaczem drobniej kwarcyt można zmniejszyć wagę kół lub używając 5 t kół zwiększyć produkcję. Używane w ilości około 2% wapno w postaci mleka wapiennego powinno być świeżo przygotowane z tłustego, czystego i świeżo wypalonego wapienia.

Przy kwarcytach czystych (dewońskich) zawierających mało domieszek dodaje się wapna do 3%, a to w celu ułatwienia przemiany kwarcu w tridymit (cegły do pieców koksowych).

Przygotowana w młynach kołowych masa po odleżeniu się idzie do wyrobu cegieł ręcznie, prasami opisanymi przy wyrobie cegieł szamotowych lub stosując przeważnie prasy z obracającymi się stołami (Tabl. 17). Ostatnie pracują następująco: główną częścią prasy jest okragły, obracający się stół *a* z umieszczonemi w blacie jego formami *b* i przy obrocie stołu jak tylko podejdzie forma *b* pod samoczynny napełniacz, napełniający formę określoną ilością masy i wygładzający jej powierzchnię. Po napełnieniu formy masą, stół się obraca i forma podchodzi nad prasującą ją stempel *d*, wprawiany w ruch silną dźwignią *e*, podnosi ona stempel do góry i sprasowuje będącą w formie masę. Przy dalszym obrocie stołu forma ze sprasowaną cegłą podchodzi nad drugi, niewidoczny na rysunku stempel, który wypycha z niej gotową sprasowaną cegłę. Gotowa cegła pozostaje na stole tyle czasu, że go wystarcza do jej zdjęcia; w razie jeżeli to przypadkowo nie nastąpiło, to ją przy dalszym obrocie stołu usuwa z niego specjalny odgarniacz. Na rysunku *g* oznacza poprzecznice, pod którą umieszczony jest prasujący cegły stempel, *h* sztangę wprawiającą w ruch stół z zatrzymywaniem w czasie prasowania, którego

równocześnie drugi stempel wypycha cegły z form, i urządzenie zatrzymujące w górnym położeniu stempel *f*, który urządzeniem *k* może być wyżej lub niżej ustawiony stosownie do grubości wyrabianych cegieł, *l* szczotka, oczyszczająca powierzchnię stempla *f*, *m* płyta poprzeczniczy, o którą się prasuje cegły i *n* drewniany klocek hamulca obracającego się stołu.

Wydajność prasy 500—600 sztuk na godzinę, przy zużyciu 3—4 KM. Wychodzące z prasy cegły są tak mocno sprasowane, że można je układać po 8—10 sztuk jedną na drugiej.

Do wyrobu cegieł dynasowych można też używać niżej opisanych przy wyrobach magnezytowych pras hydraulicznych, lecz wtedy stosuje się ciśnienie do 30 atmosfer. Aby cegły otrzymać jednakowo sprasowane, należy ilość masy na każdą cegłę ważyć oddzielnie i odważoną ilość wysypywać do formy na każdą z prasowanych cegieł. Powyższą czynność należy o ile możności stosować przy wyrobie wszystkich gatunków cegieł ogniotrwałych.

Prasy te służą do wyrobu cegieł normalnych i klinów, duże cegły i cegły fasonowe wyrabia się ręcznie w formach drewnianych lub metalowych.

Przy zastosowaniu suchego mielenia zmielony kwarcyt miesza się z mlekiem wapiennym w mieszadłach, które przy zastosowaniu powyższych pras umieszcza się nad prasą.

Kwestja, czy wyroby dynasowe powinny być wyrabiane przy zastosowaniu silnego prasowania czy też słabego, jest nierozstrzygniętą, ja osobiście z własnej praktyki jestem zwolennikiem silnego prasowania; w każdym razie na dobroć wpływa nie tyle silne lub słabe prasowanie jak dobre ich wypalanie.

Suszenie i wypalanie wyrobów krzemionkowych. Zrobione cegły suszy się, stosując różnego rodzaju wyżej opisane suszarnie, jak również i piece do wypalania. Wsuszone cegły powinny mieć jasny dźwięk; dobrze wysuszone cegły przed wypalaniem mogą leżeć parę tygodni.

Temperatura wypalania wyrobów krzemionkowych w zależności od własności użytego do wyrobu kwarcytu waha się pomiędzy 16 i 18 stożkiem Segera.

Wypalenie powinno trwać tak długo, aż nasadzony stożek Segera stopi się, przyczem stożki należy ustawić w środku pieca a nie pod samym sklepieniem. Studzenie powinno być bardzo wolne, bo przy raptownym wyroby krzemionkowe pękają i dostają drobnych rys.

Przykład wypalania w dużych piecach perjodycznych: wypalanie trwa 9—12 dni, przyczem 2 dni przy temperaturze stożka Nr. 16—18 i następnie stygnięcie 5—6 dni. Rozchód węgla wynosi do 1000 kg na 1000 cegieł normalnych.

Piece komorowe (Mendheim'a) należy tu stosować z większą ilością komór, a tunelowe znacznej długości (do 70 m). W Ameryce, gdzie do wyrobów dynasowych używa się kwarcytów dewońskich i sylurskich, stosują drobne mielenie i dodatek wapna przy zwykłych ceglach 2%, a używanych do budowy pieców koksowych do 3%.

Wypalają je przy temperaturze do 1540°, przytem powyższą temperaturę utrzymuje się przez 2 doby. Studzenie trwa 5—8 dni. Rozchód paliwa tylko 30% przy zastosowaniu racjonalnie zbudowanych pieców o dużej pojemności. Zwykłe zużycie paliwa 40—45%.

Ogólna zasada wypalania wyrobów krzemionkowych: prędkie wypalanie i bardzo wolne studzenie.

Wyroby magnezytowe.

Użycie magnezytu jako materiału ogniotrwałego datuje się od roku 1885. Do wyrobów ogniotrwałych używa się tylko magnezytu krystalicznego, gdyż magnezyty bezkształtne jako zawierające bardzo małe ilości obcych domieszek nie spiekają się przy wypalaniu.

Dobry, surowy magnezyt winien zawierać tlenku wapnia nie więcej jak 5%, tlenku glinowego 2% i dwutlenku krzemu 5%. Magnezyty zawierające mniej jak 2% żelaza nie spiekają się prawie, a zawierające wyżej 2% zaczynają spiekać się przy temperaturze od 1700° C.

Do wyrobów i zapraw używa się magnezytu wypalonego, to jest po uprzednim wydzieleniu przez prażenie kwasu węglowego i dalszem wypalaniem doprowadzonego do stanu spieczonego.

Przy prażeniu przy temperaturze 445° C wydziela się ze związku dwutlenek węgla, a węglan magnezu przechodzi w tlenek; przy dalszem nagrzewaniu do temperatury pomiędzy 1400 i 1700° C magnezyt spieka się. Temperatura spiekania zależy od ilości domieszek żelaza, wapnia i krzemu.

Spiekanie się magnezytu polega na tem, że po wydzieleniu się dwutlenku węgla żelazo wchodzi w związek chemiczny z tlenkiem magnezu, a domieszki w postaci tlenku glinu i dwutlenku krzemu tworzą z tlenkiem żelaza gliniany i krzemiany, które powodują spiekanie się masy. Magnezyty, zawierające nie mniej 5% domieszek, spiekają się przy wyżej podanej temperaturze, lecz nie topią się, które to topienie następuje przy znacznie wyższej temperaturze, bo około 2150° C.

Zupełnie spieczony magnezyt składa się z kryształów periklasu, oliwinu, spinelu i żelazo-magnezu.

Wypalenie przed wyrobem cegieł ma także na celu zapobieganie kurczeniu się wyrobów, bo skurcz surowego magnezytu przy wypalaniu i spiekaniu dochodzi do 25%.

Wypala się magnezyt w piecach szybowych z paleniskami półgazowymi (podobnymi do używanych

przy wypalaniu szamoty) lub w piecach rurowych-obrotowych. Zużycie paliwa w piecach szybowych wynosi 40%, w rotacyjnych 30%.

Wypalony magnezyt, z którego wydzielono dwutlenek węgla, lecz nie doprowadzono go do stanu spiekania się, nazywamy magnezylem kaustycznym.

Po wyładowaniu z pieca jeszcze gorącego spieczonego magnezytu oblewa się go wodą i pozostawia na powietrzu przez kilka tygodni; podczas tego czasu zawarte w nim wapno rozsypie się (złuskuje się) i może być odsiane od pozostającego w kawałkach spieczonego magnezytu. Dzięki zawartości w spieczonym magnezyle żelaza takowy ma własności magnetyczne i po zmieleniu może być oddzielony od zawartego w niem wapna magnetycznymi oddzielaczami.

Odsortowany magnezyt miele się w młynach kulowych (lub kołowych) na ziarna do 1 mm wielkości. Jako spoiwo dodaje się drobną mączkę kaustycznego magnezytu w niewielkiej ilości (do 4%), masę zwilża się małą ilością wody i pozostawia w spokoju na kilka tygodni. Leżenie to ma na celu utworzenie się wodanów i masę uważa się za gotową do wyrobu cegieł, gdy ściśnięta w rękę zachowa swą formę, jest wilgotną i ciepłą w dotknięciu.

Sproszkowany, spieczony magnezyt, z dodatkiem magnezytu kaustycznego miesza się z dodatkiem wody w zwyczajnych mieszadłach z łopatkami. Z gotowej jak wyżej masy, prasuje się cegły prasami hydraulicznymi pod ciśnieniem nie mniej 300 atmosfer. Prasa hydrauliczna z obracającym się stołem różni się tem od opisanej przy wyrobie cegieł dynasowych prasy mechanicznej z obracającym się stołem, że prasowanie i wypychanie cegieł z form odbywa się zapomocą dwóch cylindrów hydraulicznych, dużego do prasowania i małego do wypychania sprasowanych cegieł. Prasy hydrauliczne prasują zwykle od razu dwie cegły.

Zformowane cegły suszy się pod szopami lub w słabo ogrzanych suszarniach. Zawartość wapna podczas suszenia powoduje rysy. Do wypalania używa się pieców Mendheim'a, przyczem komory powinny być niskie i małe (na 10 t cegieł). Komory te powinny być wyłożone cegłą magnezytową. Ustawia się cegły jedną od drugiej na 20 mm. Wypala się je tak długo, aż temperatura dojdzie w piecu do stożka Nr. 36 (1790°C). Rozchód węgla 40%. Studzenie bardzo wolne. Dobrze wypalone cegły mają kolor brązowy bez plam, są mocne i dźwięczne. Wyroby z plamami należy odrzucić i użyć na nowo do przeróbki.

Waga cegły magnezytowej normalnej wynosi około 4.2 kg sztuka.

Wyroby dolomitowe.

Dolomit używa się na wyroby podobnie jak magnezyt wypalony do spiekania. Do wypalania dolomitu używa się takich samych pieców, jak do wypalania magnezytu lub pieców mających podobieństwo do kopalaków. Te ostatnie mają żelazny płaszcz (grubość 10 mm), wyłożony do dysz cegłami szamotowymi, a wyżej dolomitowymi albo magnezytowymi; piece te mają średnicę od 1,5—1,8 m i wysokość od spodka do otworu do ładowania od 5—7½ m. Dysze są umieszczone na wysokości 1,5—2 m od spodka. Rozchód koksu równa się 18—20%. Przed wypalaniem surowy dolomit przepuszcza się przez łamacz, gdyż, aby wypalenie było równomierne, kawałki dolomitu winny być możliwie jednakowej wielkości.

Dolomit spieka się przy temperaturze 1700°C, jednak zależy ona od chemicznego składu dolomitu.

Po przesortowaniu spieczonego dolomitu miele się takowy w młynach kulowych lub kołowych dosyć mialko i po dokładnem wymieszaniu z 7—10% bezwodnej smoły kamiennej prasuje się cegły pod prasami hydraulicznymi, przyczem początkowo daje się ciśnienie około 40 kg na cm², a następnie po małej przerwie ciśnienie podnosi się do 400 kg.

Cegły dolomitowe używa się po większej części niewypalone, używając jako zaprawę tą samą masę, lecz z większą ilością smoły. Szwy powinny być możliwie cienkie, co zresztą należy stosować przy wszystkich materiałach ogniotrwałych.

Czasami cegły dolomitowe wypala się i wypalanie trwa około 8 godzin przy temperaturze tak wysokiej, aby po wyparowaniu smoły cegły nagrzały się do czerwoności. Nagrzewanie powinno być bardzo stopniowe i wolne, aby smoła miała czas skoksować się.

Częściej niż cegły ma zastosowanie masa dolomitowa.

Wyroby chromowe.

Cegły chromowe oprócz swej trudnotopliwości nie podlegają działaniu tak kwaśnych jak i zasadowych ciał, przedstawiają zatem materiał ogniotrwały obojętny.

Ogniotrwałość żelaziaka chromowego zależy od zawartości tlenu chromowego (Cr₂O₃ dochodzi do 65%), bo im większą jest jego zawartość, tem trudniej topliwe są wyrobione z niego cegły.

Do wyrobu należy żelaziak chromowy dobrze oczyścić od skał płonnych, następnie po drobnem zmieleniu i dokładnem wymieszaniu z 6% wapna albo 10% mieszaniny wapna i smoły bezwodnej,

ubija się silnie w formach metalowych lub prasuje pod prasami hydraulicznymi. Po wysuszeniu wypala się je przy temperaturze stożka Nr. 32 (1700° C).

Wyroby chromowe wytrzymują temperaturę do 1850° C. Są dosyć mocne, bo ciśnienie wytrzymują 190 kg na cm².

Cegły jak i masę chromową rzadko z powodu drogiej ceny używa się do budowy spodków pieców martenowskich, a przeważnie zastosowuje się je jako warstwę izolacyjną pomiędzy warstwami cegieł kwaśnych i zasadowych.

Wyroby węglowe.

Do wyrobu cegieł i kamieni koksowych używa się koksu, który powinien zawierać jaknajmniej siarki i popiołu, i bezwodnej smoły kamiennej.

Smoła kamienna używana do wyrobów materiałów ogniotrwałych powinna być oczyszczoną od wody amoniakalnej i lekkich olejów, oprócz tego gotowaniem powinna być obezwodniona. Skład takiej smoły jest następujący: części lotnych 56—60%, węgla 40—44% i popiołu 0,2—0,3%, strata przy nagraniu przy 80° C — 15 do 25%.

Koks miele się tak drobno, aby przeszedł przez sito z otworami wielkości 1 mm i miesza się go w stosunku 4 części koksu z jedną częścią bezwodnej smoły kamiennej. Smoła, aby była rzadszą, powinna być podgrzana, a mieszadła używane do mieszania winny mieć podwójne ścianki, aby je można było ogrzewać parą. Mieszadła takie stosuje się przy wszystkich wyrobach, w skład których wchodzi smoła.

Dobrze przemieszaną masę ubija się mocno w drewnianych rozkładanych formach ogrzanymi ubijakami i aby masa nie przylegała do form, smaruje się je dobrze naftą lub olejem. Nabija się masę w formach cienkimi warstwami.

Zrobione tak cegły pozostają w suszarni 2 doby, po którym to czasie zupełnie stwardnieją.

Wysuszone wyroby koksowe wypala się w piecach muflowych (Tabl. 10), układając je na warstwie (do 50 mm) drobnego koksu, pozostawiając pomiędzy pojedynczymi cegłami odległość 50 mm, którą również zabija się drobnym koksem. Tym sposobem w danej przestrzeni pieca mieści się 2^{1/2} razy mniej cegieł koksowych w porównaniu do innych.

Pod napełnieniem mufel zamurowuje się szczelnie i należy baczenie śledzić, aby do wnętrza nie dostawało się szparami powietrze, gdyż wtedy nasadzone do mufla wyroby mogą się spalić.

Wyroby koksowe wypala się przy temperaturze stożka Nr. 10 (1300° C). Po ostygnięciu należy cegły dobrze oczyścić od przylegającego do nich miazgu koksowego. Powinny one mieć czysty dźwięk i wytrzymałość od 150 do 300 kg na cm².

Używa się ich do wykładania tygli wielkopieczowych poniżej dysz, gdyż użyte wyżej spalają się. Przy puszczeniu wielkiego pieca należy je ochraniać od działania na nie powietrza i dlatego pokrywać warstwą masy ogniotrwałej (szamotowej) albo powłoką ze szkła wodnego.

Zdania co do wytrzymałości cegieł węglowych są podzielone.

Wyrób tygli.

Do przetapiania stali i metali używa się przeważnie tygli o pojemności od 25 do 35 kg. Większych tygli rzadko się używa, bo podczas topienia w nich metalu z powodu silnego nagrzania i pod wpływem ciężaru metalu, tygiel łatwo może ulec uszkodzeniu i manipulowanie silnie nagrzanymi (1500° C) i ciężkimi tyglami jest bardzo uciążliwe dla obsługi, dotyczy to głównie pieców do przetapiania stali o pojemności 12 i więcej tygli.

W piecach pojedynczych stałych używa się tygli o pojemności do 200 kg, a w piecach pochylających się, z których do odlewu tygli nie wyjmuje się, używane są większe tygle o pojemności do 500 kg metalu.

Tygle powinny być silnie ogniotrwałe, nie podlegać niszczącemu działaniu żużli, jak i nie wpływać na zmiany chemiczne topionych w nich metali. Tym wymaganiom odpowiadają dobre gliny ogniotrwałe, lecz że się one silnie kurczą i przy wypalaniu pękają, to aby temu zapobiec, dodaje się do gliny szamoty, kwarcu, koksu, węgla drzewnego i grafitu.

Tygle zawierające oprócz gliny, szamoty i kwarcu nieznaczne ilości koksu, węgla drzewnego lub grafitu, nazywamy tyglami glinianymi, a tygle z zawartością oprócz gliny i szamoty 40 i więcej (do 70) procentów grafitu — grafitowymi.

Skład masy tyglowej zależy od własności będącej do rozporządzenia gliny ogniotrwałej i tylko próbami może być określony.

Masa do wyrobu tygli musi być dobrze wyrobioną, jednolitą i dłuższy czas odleżałą (od trzech do pięciu tygodni). Masa powinna być tak plastyczną i wyrobioną, aby przy zgnieceniu w rękę nie bru-

dziła takowej i nie przylegała do niej i zrobiona z niej wstęga i okręcona około palca nie powinna pękać. Do masy dodaje się wody około 15%. Wyrób jej nie różni się od wyrobu masy na wyroby szamotowe, lecz tylko dla jej lepszego wyrobienia przepuszcza się ją kilka razy przez mieszadła.

Z gatunków grafitu najlepszy jest grafit cejloński. Koks powinien zawierać jaknajmniej popiołu i siarki, pierwszy wpływa ujemnie na ogniotrwałość, druga przechodząc do topionego metalu psuje takowy.

Ziarna szamoty i kwarcu powinny być tej wielkości, aby przechodziły przez sito mające 17 otworów na 1 cal kwadratowy; to dotyczy też koksu i grafitu.

Skład masy dla tygli glinianych: 1) 1 część gliny ogniotrwałej i 1.5 części szamoty, 2) 40% gliny ogniotrwałej, 52% szamoty i 8% grafitu, koksu lub węgla drzewnego.

Masa dla tygli grafitowych: 1) 50% grafitu 5—17% piasku czysto kwarcowego i 45—33% gliny ogniotrwałej, 2) 50% grafitu i 50% gliny ogniotrwałej.

Masa dla tygli do przetapiania stali: dla miękkiej stali 5.5 kg grafitu, 5.5 kg szamoty i 1.5 kg gliny ogniotrwałej albo 11 części szamoty, 9 części gliny ogniotrwałej i 6 części węgla drzewnego; dla twardej stali 1 kg szamoty, 1.1 kg gliny ogniotrwałej i 1.5 kg koksu.

Tygłe formuje się ręcznie na warsztatach garncarskich odlewaniem w formach gipsowych lub na specjalnych mechanicznych prasach (Tabl. 20).

Formowanie ręczne w formach odbywa się w następujący sposób (Tabl. 20 fig. A-B-C): do metalowej formy stanowiącej zewnętrzną formę tygła i wysmarowanej olejem lnianym i mającej ruchome dno wchodzące do formy, wkłada się taką ilość masy, aby jej wystarczyło na tygiel i włożoną masę rozgniata się tłuczkiem po bokach formy albo stawia się ją na obracającym się stole warsztatu garncarskiego i przy jego ruchu obrotowym rozgniata się na ściankach formy masę ręcznie; następnie drugą wewnętrzną formę (najlepiej bronzową), mającą formę wewnętrznej części tygła, wtfacza się wewnątrz pierwszej, napełnionej masą formy. Formy są zaopatrzone w kierownice tak urządzone, aby centra obydwóch form leżały na jednej prostej, tym sposobem otrzymujemy równą grubość ścianek tygła. Zafornowany tygiel wypycha się z formy do góry razem z wyżej wspomnianym ruchomym dnem.

Formowanie maszynowe (Tabl. 20 fig. D): metalowa (żeliwna lub bronzowa) forma przesuwana się po kierownicach z boku pod prasę. Przesuwanie odbywa się zapomocą przekładni trybowej. Masę włożoną do formy rozgniata się po bokach formy tłuczkiem, podstawi formę pod prasę, wprawia stempel w ruch na dół i formą znajdującą się na końcu stempla wygniata się wewnętrzną formę tygła. Ruchem odwrotnym podnosi się stempel do góry. Formę razem z gotowym tygłem także przekładnią wysuwa się z pod prasy i zapomocą wypychającego mechanizmu wypycha się z formy do góry gotowy tygiel. Stempel prasy (śruba) wprawia się w ruch na dół i do góry za pośrednictwem kół zębatych i pędni z dwoma pasami: prostym i skrzyżowanym.

Zrobione ręcznie, prasowane lub odlane tygłe wygładza się z obydwóch stron, formuje ręcznie dziobki i w tygłach używanych do przetapiania stali zapomocą formy, mającej kształt obciętego stożka, zagina się wierzchnią część tygła wewnątrz (Tabl. 20 fig. C).

Tak otrzymane surowe tygłe pozostawia się na dobę lub dwie w warsztacie, a następnie suszy w specjalnych suszarniach bardzo wolno, bo w przeciągu od 6 do 12 tygodni, podnosząc w nich temperaturę do 35° C. Za wyschnięte uważamy te tygłe, które, uderzone młotkiem, wydają czysty, metaliczny dźwięk, dotyczy to wszystkich mających cienkie ścianki wyrobów ogniotrwałych.

Przed użyciem niewypalonych, a tylko wysuszonych tygli, nagrzewa się je w zwykłych piecach płomiennych z paleniskami rusztowymi lub zapomocą koksu okładając nim tygłe ustawione na rusztach naokoło. Koks używa się w drobnych kawałkach, nagrzewanie powinno odbywać się wolno i tak długo, aż cała ilość koksu będzie rozżarzoną (około 6 godzin).

Jeżeli tygłe ma się wypalać, to gliniane wypalają się w piecach służących do wypalania innych materiałów ogniotrwałych, lecz tygłe z zawartością grafitu, koksu i węgla drzewnego wypalają się w muflach lub kapslach. Przy wypalaniu podgrzewanie i studzenie powinno odbywać się wolniej jak innych materiałów ogniotrwałych. Temperatura wypalania stożek Nr. 0.18 do 0.10.

Często pokrywa się tygłe glazurą, a to w celu uchronienia ich od utlenienia. W skład takiej glazury wchodzi: glina ogniotrwała, magnezyt, boraks, piroluzyt i t. p. ciała.

Wyrób mufl do destylacji cynku.

Od mufl używanych do destylacji cynku wymagamy oprócz wysokiej ogniotrwałości, gdyż powinny wytrzymać bez zmian temperaturę do 1600°, i wytrzymałości mechanicznej, dużej spoistości i nieprzepuszczalności dla gazów. Mufl mało spoiste pochłaniają duże ilości cynku powodując tem straty otrzymywanego w nich metalu.

Mufl używane do destylacji cynku mają formę długich wąskich skrzyń o półokrągłym wierzchu i płaskim dnie lub też mają formę rur o przekroju okrągłym albo eliptycznym. Pierwsze mają wysokość 60—65 cm, szerokość 15—20 cm i długość od 1 do 2¹/₂ m; ścianki mają albo różnej (z przodu

2 cm, z tyłu 3 cm i górną część sklepienia do 6 cm) albo jednakowej grubości, ostatnie z wielu względów są lepsze, gdyż podczas wysychania mniej dostają rys i rozszerzając się jednakowo podczas nagrzewania mniej pękają. Drugie robi się o średnicy 15—25 cm i długości 1—1.5 m przy równomiernej grubości ścianek od 2 do 4 cm.

Używamy tu wysoko ogniotrwałych surowców w postaci gliny ogniotrwałej i szamoty, którą często wypala się z łupków gliniastych (łupek z Neurode) jak i dodatku szamoty z zużytych mufli, retort i kapsli.

Materiały te powinny mieć własność ścisłego wypalania się i małego kurczenia. Pożytecznym jest również dodawanie materiałów o dużej zawartości tlenku glinowego, bo duża jego zawartość w muflach hamuje niszczące działanie żużli. Dodatek 5—10% czystego drobno mielonego koksu okazał się pożytecznym. Dobrą masę otrzymujemy przez zmieszanie 30 części gliny ogniotrwałej o zawartości 32—34% tlenku glinowego, 12 części o zawartości 16—20%, 39 części szamoty i 10 części koksu lub 37 części gliny, 15 części kaolinu, 27 części szamoty z łupków, 1 części szamoty retortowej, 15 części łupku kwarcowego i 5 części koksu. Wielkość ziarn szamoty nie powinna przekraczać 2—4 mm, a koksu $\frac{1}{2}$ —1 mm.

Masę należy dobrze wyrobić odpowiednimi maszynami i dać się jej przez dłuższy czas odleżeć.

Mufle formuje się ręcznie, prasami hydraulicznymi lub odlewaniem w formach gipsowych. Mufle mające ścianki o nierównej grubości formuje się ręcznie. Do formowania ręcznego używa się form drewnianych składających się na zawiasach i obitych wewnątrz płótnem.

Rozmiary tej formy wewnątrz równają się zewnętrznym wymiarom mufla. Same mufle formuje się robiąc z masy na stole płyty stosownej grubości (t. j. grubości ścianek mufla) i wylepiając nimi wnętrza formy; przy wylepianiu formy płyty ubija się i należy je starannie łączyć między sobą.

Obecnie mufle wyrabia się ręcznie coraz rzadziej, a przeważnie prasowaniem rzadziej odlewaniem, tem bardziej, że większość hut cynkowych przeszła do używania mufla o jednakowej grubości ścianek.

Suszenie mufla ze względów na ich duże wymiary wymaga większej troskliwości, powinno się odbywać wolno w specjalnych dobrze przewietrzanych suszarniach, w których temperaturę należy podnosić stopniowo dochodząc w końcu suszenia do 50° C.

Często mufle przed wypalaniem pokrywa się glazurą (40 części gliny, 40 części żuźla wielkopiecowego i 20 części sody), celem której jest nadanie mufla powłoki nieprzepuszczalnej dla par cynku.

Wysuszone mufle wypala się w specjalnych piecach przy temperaturze około stożka Nr. 010 a i wprost z pieca służącego do ich wypalania gorące przenosi na miejsca w piecach destylacyjnych.

Podobnie do mufla służących do destylacji rud cynkowych, wyrabia się retorty używane w gazowniach do suchej destylacji węgla kamiennego w celach otrzymania gazu świetlnego. Głównym powodem prędkiego zużywania się mufla są drobne rysy, gdyż w nie przenikają tworzące się przy wysokiej temperaturze płynne żuźle i pod wpływem ich chemicznego działania tworzą się z materiału mufla związki, które przy zmianach temperatury jako mające w porównaniu do materiału mufla inny współczynnik rozszerzalności, rozsadzają rysy dalej i tem powodują pękanie mufla.

Wyrób tygli (garnków) do topienia szkła.

Tygły (garnki) służące do topienia szkła mają formy okrągłe, owalne lub prostokątne, zakryte, z otworem z boku lub zupełnie odkryte i służą tak do topienia ciągłego jak i z przerwami.

Wielkość tygla zależy od wielkości wsadu i średnica ich waha się pomiędzy 0.6 i 1.2 m, przy czem stosunek wysokości do średnicy przy dużych tyglach wynosi 2 i 3, a przy małych 3 i 4. Średnica u góry powinna być o 8—14 cm większa od dna, którego grubość wynosi $\frac{1}{12}$ górnej średnicy. Mnożąc objętość tygla na 2.6 (przeciętny c. wł. szkła) i odejmując od tego 20%, otrzymamy praktyczną zawartość tygla w kg.

Masa używana do wyrobu tych tygla powinna posiadać własności ścisłego wypalania się a nie spiekania i być dostatecznie ogniotrwałą. Warunkom tym odpowiadają masy z dużą zawartością tlenku glinowego, przy czem stosunek zawartości w masie gliny do szamoty wynosi od 1:1 $\frac{1}{4}$ do 1:1 $\frac{1}{2}$. Masa podobnie jak i do innych wyrobów tego rodzaju powinna być dobrze wyrobioną i odleżałą (do kilku miesięcy), w czasie leżenia powinna być kilkakrotnie przerabianą.

Formuje się je ręcznie, prasowaniem lub obecnie najczęściej odlewaniem w formach gipsowych. Suszyć należy je bardzo wolno, aby tem uniknąć tworzenia się najmniejszych rys, które je czynią niezdatnymi do użytku; wypala się je w piecach płomiennych przed samem użyciem do topienia, przy tak wysokiej temperaturze, jaka panuje w piecach służących do topienia, i nagrzane do takiej temperatury przenosi się z pieca służącego do ich wypalania do pieca, w którem w nich topi się masę szklistą.

Wyrób kapsli służących do wypalania wyrobów kamionkowych i porcelanowych.

Kapslami nazywamy naczynia ogniotrwałe, służące do wypalania w nich takich wyrobów, których zetknięcia się z popiołem, cząsteczkami paliwa, gazami spalinowymi, a także płomieniem żagwiowym

podczas wypalania chcemy uniknąć. Mają one formę okrągłych lub czworokątnych skrzynek z dnami, lub cylindrów, które się ustawia na rozmaitej formy dnach i pokrywa jedne jak i drugie pokrywami.

Muszą być mechanicznie mocnymi, aby wytrzymać ciśnienie ustawionych z pomieszczeniemi w nich wypalanemi wyrobami jeden na drugi do 20 kapsli. Ścianki ich robi się o grubości 15—20 mm w celu dobrego przewodzenia ciepła. Powinny być o tyle ogniotrwałe, aby wytrzymywały temperaturę stożka Nr. 20. Oprócz tego muszą być spojnymi, aby do ich wnętrza nie mogły przenikać gazy spalinowe, mieć nie zmieniającą się przy nagrzewaniu objętość i wytrzymywać raptowne zmiany w szerokich granicach temperatury.

Powyższym warunkom odpowiadają masy szamotowe o składzie po równych częściach gliny ogniotrwałej i szamoty w ziarnach od 1—3 mm lub z 3 części dobrej gliny ogniotrwałej, 1 części surowego kaolinu i 2—3 części szamoty.

Wyrabia się kapsle jak wyżej opisane wyroby (ręcznie, prasowaniem lub odlewaniem) i po wysuszeniu wypala się jak zwyczajne wyroby (często razem z cegłami) szamotowe.

Formowanie wyrobów ceramicznych za pomocą odlewania.

Zamiast często dosyć trudnego ręcznego formowania wyrobów szamotowych, zaczęto w ostatnim czasie stosować system odlewania Dra Webera (Tabl. 18); zastosuje się go do wyrobu tygli, mufli, garnków do topienia szkła i t. p. wyrobów.

Sposób ten polega na tem, że mieszanina gliny ogniotrwałej z szamotą pod działaniem alkali z dodatkiem małej ilości wody, daje płynną łatwo odlewającą się masę. Masa ta dopóki jest mieszaną, pozostaje płynną, w stanie spokoju tworzy się masa galaretowata (w rodzaju zastygłego kleju). Szamota nawet dosyć gruboziarnista w czasie zastygania (zgalarecania) masy nie wydziela się i dlatego sposób ten może być używany do wyrobu przedmiotów tak grubo jak i cienkościennych.

Dobrą masę do odlewania otrzymuje się dodając na 100 kg mieszaniny (gliny, kwarcu, szamoty, skalenia i t. p.) 0.2—0.4 kg bezwodnej sody i około 30 kg wody. Jeżeli do wyrobu użyjemy formy, zrobionej z ciała pochłaniającego wodę (np. gipsu), wtedy proces twardnienia następuje znacznie prędzej.

Ilość dodawanej wody równa się mniej więcej takiej ilości, jaką używamy do masy przeznaczonej do wyrobu ręcznego. Sposób roboty: zmielone surowe materiały to jest glinę i szamotę w odmierzonych ilościach daje się do poziomego mieszadła *f*, w które ślimakiem miesza się je dokładnie i kubelkowem podnośnikiem *e* podnosi do wyżej położonego mieszadła *c*, do którego dodaje się wody z alkalicznej rezerwoaru *a* (zwanemi przez wynalazcę „Rhyolinem“). Pod tem mieszadłem jest umieszczone drugie mieszadło *b*, z którego już gotowa masa wypływa do podstawionych form *d*. Masa w ostatnim mieszadle powinna być podczas odlewania w ruchu bez przerwy. Formy jak również i rdzenie należy robić z gipsu. Odlane przedmioty pozostawia się w formach do stwardnienia, zależnie od ich wilgoci i grubości ścianek do 48 godzin, przyczem rdzeń wyjmuje się po 24 godzinach, suszy, a następnie wypala, jak zwykle ręcznie wyrobione wyroby. Można też w celach przedszego wysychania wodę zawartą w odlanych przedmiotach odciągać wysysaniem.

Należy tu zauważyć, że dodatek alkali do masy nie obniża topliwości wyrobu, gdyż wynosi od 0.5 do 1% i oprócz tego znaczna część zostaje w płynie, który pochłania forma gipsowa.

Wyroby są równomierniejsze i spójniejsze od wyrobionych ręcznie i wytrzymują lepiej zmiany temperatury i zwykle są bez rys.

Całe urządzenie dostatecznie widoczne na rysunku wymaga bardzo małej obsługi i siły (do 3 KM).

Ostatniemi czasy zastosowano powyższy sposób do wyrobu dużych cegieł jak wielkopieczowych, a także do wyrobu nie tylko czysto szamotowych wyrobów, lecz wszystkich innych mieszanin zawierających oprócz gliny, kwarc, grafit i magnezyt, lecz muszą one być tak drobno zmielone, aby z alkalicznej wodą dawały płynną masę.

Urządzenia transportowe i rozplanowanie cegielni (Tabl. 19 i 21).

Zasadą rozplanowania cegielni jak i każdej innej fabryki jest, aby wchodzące do fabryki surowe materiały przechodziły przez całą fabrykację nie wracając się, czyli aby wchodziły surowce do fabryki z jednego końca, a gotowe wyroby wychodziły z przeciwległego. Przejście to, zaczynając od surowca, a kończąc na gotowym wyrobie powinno się odbywać w prostej linii.

Rysunek *A* (Tabl. 19) wyobraża przebieg transportu surowych cegieł od prasy aż do wejścia ich do pieca, w którym się mają wypalać z zastosowaniem samoczynnego wagonika, podnośnika (elewatora szwedzkiego) i użycia do suszenia cegieł pomieszczenia nad piecem do ich wypalania.

Drugi rysunek *B* (Tabl. 21) daje plan cegielni z piecem i suszarnią kanałowemi (tunelowemi). Materiał surowy wchodzi najpierw do oddziału maszynowego *a*, w którym są ustawione maszyny do wyrobu cegieł i obróbki surowców. Gotowe cegły zaraz przy prasach układa się na wagonikach w klatki

i naładowane ceglami wagoniki przechodzą przez kanały suszarni *b* i po wyschnięciu na tychże wagonikach idą do pieca kanałowego *c* do wypalania. Przy powyższym przebiegu fabrykacji do wyrobu powinna być zastosowana prasa stemplowa Hütwohl'a lub z obracającym się stołem jako maszyny obracającej wilgotny, a nie mokry surowiec.

Materiały przechodzą tu w prostej linii z jednym zakrętem pomiędzy piecem i suszarnią.

Trzeci rysunek *C* (Tabl. 21) daje urządzenie podobne do wyobrażonego na rysunku *B*, lecz z zastosowaniem pieca zygakowego, suszarni o znacznej liczbie krótkich kanałów (Tabl. 7), które obsługują samoczynne wagoniki (Tabl. 8). Jest to typowy przebieg materiałów w prostej linii.

Wyroby garncarskie.

Dotychczas było mówione o zwykłych wyrobach ceramicznych, to jest ceglarskich i ogniotrwałych, do których oprócz cegieł zaliczyłem wyrób tygli, mufl i kapsli, jako wyrobów używanych w dużych ilościach w różnych gałęziach przemysłu i, jako dalszy ciąg ceramiki, przechodzę do wyrobów ceramicznych, używanych tak w przemyśle jak i do celów budowlanych, lecz mających głównie zastosowanie w gospodarstwie domowym i w celach zdobniczych. W celu odróżnienia tych wyrobów od omówionych już powyżej, nazwałem je ogólnie wyrobami garncarskimi, gdyż są przeważnie wyrabiane sposobami stosowanymi we właściwym garncarstwie.

Odróżniamy tu wyroby ze złomem ziarnistym, przylegające do języka i wyroby o złomie przeświecającym, muszlowym, częściowo błyszczącym, nie przylegają one do języka i stanowią tak zwane wyroby spieczone.

Wyrób glinianych przedmiotów domowego użytku sięga bardzo odległych czasów, gdyż najstarsze znalezione w wykopaliskach wyroby garncarskie, podług obliczeń grubości pokrywających je napływów, mają około 13.000 lat. Warsztat garncarski (Tabl. 20 rys. A) był znany Egipcjanom, jak również pokrywanie wyrobów garncarskich polewą i malowanie ich. Sztuka garncarska rozwijała się w Europie stopniowo i dopiero wynalezienie porcelany w 1709 roku (przez Frydri. Böttger'a w Mésen-Saksonja), zresztą znanej daleko wcześniej w Chinach, i badania naukowe w połączeniu z doskonalszymi metodami wyrobu, postawiły tę ważną gałąź przemysłu na należytej stopie rozwoju.

Wyroby ziemiste. Należą do nich oprócz już omówionych wyrobów ceglarskich zwyczajne wyroby garncarskie, jak miski, garnki, doniczki do kwiatów i t. p., wyroby majolikowe, kafle, biało wypalające się wyroby kamionkowe i fajansowe. *a*) Zwyczajne wyroby gliniane są to wyroby łatwo rysujące się nożem, mające kolor żółtawy lub czerwono-brunatny, są pokryte lub niepokryte polewą łatwo topliwą, zawierającą w swym składzie ołów. Do ich wyrobu używają glin margłowatych, wytrzymujących temperaturę wypalania do stożka Nr. 010 (900° C), jak również i glin trudno topliwych, biednych w wapno, zawierających tlenek żelaza i wypalających się na kolor żółtawy do czerwonego. Zawartość wapna współdziała tu z lepszym przyleganiem polewy i dla tego powodu często do glin nie zawierających go dodaje się go w postaci kredy lub marglu. Do tłustych glin dodaje się jako środka schudzającego piasku. Wyroby te po wypaleniu nie powinny się robić spojniejszemi, gdyż wtedy nie wytrzymałyby gotowania na wolnym ogniu.

Wyroby te formuje się przeważnie ręcznie na warsztacie garncarskim ręcznym lub mechanicznym, rzadziej w formach gipsowych.

Warsztat garncarski ma formę stołu (Tabl. 20 fig. A), pośrodku którego jest osadzona pionowo oś *b*, mająca na dole dużą ciężką tarczę *c*; za pośrednictwem nóg lub mechanicznie (pasem albo tarcie) nadaje się tej tarczy szybki ruch obrotowy, który otrzymuje równocześnie nasadzona na wierzchu wału, cokolwiek wyżej poziomu deski stołu, mała tarcza *a*. Na tarczę *a* kładzie się kawałek dobrze wyrobionej gliny i wprawiwszy ją w ruch rękoma lub wzornikami formuje się pożądaný przedmiot.

Daleko częściej aniżeli ręcznie, a przy wyrobie fabrycznym prawie wyłącznie, formuje się wyroby garncarskie w formach gipsowych, które w tym razie stanowią zewnętrzną formę wyrobu, a wewnętrzną formę nadaje się wyrobowi wzornikiem (szablonem). Sposobem tym mogą być tylko formowane przedmioty, mające kształty ciał obrotowych.

Formowanie w formach gipsowych wykonuje się na warsztacie garncarskim, wprawianym w ruch mechanicznie (Tabl. 20, fig. B). Zewnętrzny model z gipsu musi być dosyć gruby, aby do niego dobrze wsiąkała woda z przerabianej masy; formę tą umocowuje się na obracającym się stole warsztatu i po nadaniu jej ruchu obrotowego wkłada się do niej kawałek masy i rozgniata ręką możliwie równomiernie na dnie i ściankach formy, następnie wprowadza się do wnętrza formy wzornik, który nadaje wyrobowi ostateczną wewnętrzną formę, przyczem wzornik zbiera nadmiar masy. Zaformowany tak przedmiot pozostaje w formie gipsowej, z której po niedługim czasie po wessaniu przez nią wody z masy może być wyjęty, a po wyschnięciu (powolnym, nigdy raptownym) idzie do wypalania. Drobne części wyrobu, np. uszka, prasuje się oddzielnie w formach gipsowych i po wyschnięciu przylepia się do wyrobu rzadką masą.

Wyroby, nie mające form ciał obrotowych, formuje się (lepi) ręcznie lub odlewa w formach gipsowych, tak samo, jak to było omawiane przy odlewaniu wyrobów ogniotrwałych.

Zaformowane wyroby suszy się i po wyschnięciu do twardości skóry, rzadką gliną przylepia wystające części jak uszka, dzióbki i t. p. Następnie suszy się ostatecznie w suszarniach i wypala. Do wypalania stosuje się piece łączące, tak zwane kasselskie (Tabl. 22) lub okrągłe perjodyczne (Tabl. 10 fig. B). Wypala się je przy temperaturze stożka Nr. 05_a do 010_a, przeważnie bez mycia kapsli. Najlepszym materiałem opałowym jest tu drzewo.

Piec kasselski ma stosunkowo do szerokości długą, zwążającą się ku kominowi, komorę B, pokrytą opuszczającym się ku kanałowi kominowemu sklepieniem. Z przodu komory są umieszczone zwykle rusztowe paleniska f, oddzielone od samej komory wypalania kratą s, ułożoną z dobrze ogniotrwałych cegieł; celem tej kraty jest równomierny rozdział spalin w komorze. W sklepieniu często robi się otwory c, zakrywane pokrywami, przez które podczas dosuszania wypuszcza się utworzoną parę i mogą one też służyć do zasypywania paliwa (podobnie jak w piecach systemu Hoffmann'a), aby tym sposobem osiągnąć równomierniejszą i wyższą temperaturę. Kanał odprowadzający spaliny do komina powinien mieć zasuwę, aby nią można było regulować siłę ciągu, a zatem i temperaturę w komorze. Często w celach lepszego wyzyskania ciepła piece kasselskie buduje się piętrowe, przepuszczając spaliny z dolnej komory do górnej (piece Meisseńskie); dotyczy to i pieców perjodycznych.

Często, aby otrzymać ładny, równy kolor tych wyrobów, pokrywa się je cienką warstwą (zanurzeniem lub oblewaniem) rzadkiej gliny, wypalającej się na ładny, równy kolor lub pokrywa się wewnętrzną część naczynia białą, wypalającą się gliną i dopiero na tą powłokę nanosi się właściwą polewę również zanurzając lub polewając nią przeznaczone do polewania naczynie. Tak powłoka gliniana jak i właściwa polewa nanosi się na wyroby wyschłe do twardości skóry; wypala się je po pokryciu tak warstwą glinianą jak i polewą razem.

Polew używa się wyłącznie ołowianych, które powinny mieć taki skład, aby przy gotowaniu lub przechowywaniu środków żywnościowych w nich ołów z polewy się nie rozpuszczał. Próby zastosowania do powyższych wyrobów polew bezołowiowych nie dały dotychczas zadawalniających wyników. Stosowana tu polewa składa się z 220 części tlenku ołowiowego (glejty PbO), którą się bardzo drobno miele z 60—72 częściami piasku, do którego dodano 5—7 części piaszczystej gliny, chcąc zaś mieć polewę trudniej topliwą, należy dodać 10—15% gliny lub na 149 części tlenku ołowiowego 33 części kredy i 60 części piasku. Aby otrzymać kolorowe polewy, dodaje się do powyższych mas 3—5% tlenków metalowych; kolor zielony otrzymujemy dodając tlenku chromu i miedzi, niebieski daje tlenek kobaltu, a czarny mieszanina 2 części tlenku manganowego (brannsteinu) i po 1 części tlenków miedzi, żelaza i kobaltu.

b) Naczynia do użytku domowego, służące do gotowania wprost na ogniu stanowią tak zwane naczynia kamienne i są wyrabiane z glin piaszczystych lecz dostatecznie ogniotrwałych. Wnętrze naczyń tych, o ile użyte do ich wyrobu gliny nie wypalają się na białą, pokrywa się białą polewą z 115 g. tlenku ołowiowego, 80 g. piasku kwarcowego i 17 g. tlenku cynowego (SnO₂), lub polewą bezołowiową (jest ona trudniej topliwą) z 222.8 g. fluorytu, 60 g. kredy, 25.9 g. kaolinu, 48 g. piasku kwarcowego, 74.4 kwasu borowego (H₃BO₃) i 17 części tlenku cynowego.

Do powyższych wyrobów należy zaliczyć kafle, wyrabiane ręcznie lub maszynowo (prasowaniem).

Wyroby te przed naniesieniem polewy wypala się słabo, a ostatecznie po pokryciu polewą i wysuszeniu. Wypala się je w kapslach przy temperaturze stożka Nr. 2_a.

Wyroby ziemiste, kamionkowe lub fajansowe. Pod tą nazwą rozumiemy wyroby mające po wypaleniu biały kolor, są one przepuszczalne dla płynów i gazów, ziemiste i odróżniają się od zwykłych ziemistych wyrobów większą twardością. Pokrywa się je przezroczystymi, przeważnie ołowianami polewami. Do ich wyrobu używa się mieszaniny z 75—80 części tłustej, plastycznej gliny i 20—25 części wypalonego krzemienia lub kwarcu albo chudych, zawierających duże ilości krzemionki, kaolinów. Mieszaniny te jako nie zawierające (lub bardzo mało) skalenia i kredy są biedne w topniki (wypala się je przy stożku Nr. 4_a—5_a) i z tego powodu wymagają przy wypalaniu wyższej temperatury, aby były dostatecznie mocnymi; stanowią one rzadko obecnie wyrabiane tak zwane fajansy miękkie i zostały zastąpione przez wyrabiane obecnie fajansy twarde, są one białe, mniej porowate, odróżniają się od poprzednich użyciem do wyrobu skalenia, który w krajach nie posiadających go zamienia się pegmatytem. Skład masy waha się w granicach 40—55 części substancji glinowej, 55—42 części kwarcu i 5—3 części skalenia. Kwarc należy przed użyciem dobrze wypalić, a glina musi być oczyszczona odmuleniem lub elektroosmozą. Masa po bardzo drobnym zmieleniu powinna być dobrze przerobioną i odleżałą. W każdym razie musi ona mieć skład taki, aby się białą wypalała, a zdarzający się przy wypalaniu żółtawy kolor usuwa się niewielkim dodatkiem do masy soli kobaltowych (siarczanu, chlorku lub azotanu).

Z przygotowanej masy formuje się wyroby przeważnie w formach gipsowych lub odlewaniem. Po wyschnięciu wypala się je w kapslach dwa razy; pierwszy raz silniej przy stożku Nr. 5_a—10_a, drugi raz po pokryciu polewą słabiej przy stożku Nr. 0.10_a—5_a. Do wypalania, które odbywa się w kapslach, używa

się pieców okrągłych perjodycznych, Meisseńskich, Mendheim'a i tunelowych. Stosuje się polewy łatwo topliwe ołowiane lub bezołowiowe. Aby otrzymać polewę ołowianą należy najpierw stopić w tyglu mieszaninę z 30 części marmuru, kredy lub spatu wapiennego, 156 części minji ołowianej, 150 części piasku kwarcowego i 37 części kwasu borowego; do stopionej i drobno zmielonej tej mieszaniny na jej 305.7 części dodaje się 25.9 części kaolinu.

Polewę bezołowiową robi się jak poprzednią z mieszaniny 55.7 części skalenia, 20.7 części potaszu, 50.5 części boraksu bezwodnego, 98.5 części wodorotlenku, 103 części piasku kwarcowego i 12.4 części kwasu borowego; na 311.8 części tej stopionej masy dodaje się 25.9 części kaolinu.

Do powyższych wyrobów używa się również polew kolorowych, które składają się z zasadniczej masy otrzymywanej stopieniem i zmieleniem mieszaniny z 15 części marmuru, 78 części minji, 25.9 części kaolinu, 150 części piasku i 37.2 części kwasu borowego; do powyższej ilości stopionej masy dodaje się, aby otrzymać zabarwienie brązowe, 40 części tlenku żelazowego lub 39.5 części tlenku manganowego (Mn_2O_3), niebieskie 37.5 części tlenku kobaltu (CoO), szare 37.5 części tlenku niklu (NiO), zielone 39.5 części tlenku miedziowego (CuO) lub 38 części tlenku chromu (Cr_2O_3) i żółte 48 części tlenku uranowego (UO_2). Mieszaniny tej dodaje się w stosunku 1:1 do 1:5 do polewy bezbarwnej.

Właściwe wyroby kamionkowe. Należące tu wyroby są spójne, spieczone, nie przylegają do języka i są nawet nie pokryte polewą nieprzepuszczalną dla płynów i gazów, i tylko tem, że nie są przeświecającymi, odróżniają się od porcelany.

Należą tu już wspomniane w cegielnictwie cegły-zendrówki albo klinkiery; są one wyrabiane z glin, stopień topliwości których leży powyżej stożka Nr. 5_a (1180° C), powinny one zawierać większe ilości topników (mało wapna, tlenku żelazowego od 5 do 8% i nie za małą ilość tlenku glinowego). Po wypaleniu masa tych cegieł powinna być zlaną, zeszlona, bez rys i mieć jednostajny kolor. Zendrówki wypalane w utleniającym płomieniu są koloru czerwonego, a wypalane w odtleniającym płomieniu mają kolor niebiesko-czerwonawy lub czarny. Oprócz glin o wyżej wymienionym składzie do wyrobu zendrówek mogą być użyte gliny zawierające do 4% alkali i takie gliny po wypaleniu dają zendrówki o szaro-żółtym zabarwieniu. Przy wypalaniu gliny te podlegają dużemu kurczeniu się, i aby temu zapobiedz, dodaje się do masy jako środka schudzającego drobno zmielonej szamoty (z gliny ogniotrwałej). Cegły te wyrabia się jak cegły licowe (prasowane), t. j. stosując po przeschnięciu do twardości skóry, powtórne prasowanie. Przy wypalaniu należy wolno podnosić temperaturę, a następnie ponieważ wyroby tego rodzaju mają duże skłonności do dostawania rys, aby temu zapobiedz, należy je bardzo wolno studzić; studzenie przy zastosowaniu pieców perjodycznych trwa do 10 dni. Twardość mają od 8 do 9, wchłaniają wody do 4% i wytrzymują ciśnienie do 350 kg/cm².

Podobnie jak zendrówki wyrabia się płyty chodnikowe, do których należą tak zwane płytki mettlachskie, wyrabiane zwykle w rozmiarach 200×200 mm przy grubości od 10 do 15 mm, do wyrobu ich używa się glin wypalających się na białło. Aby otrzymać płytki różnych kolorów, dodaje się do masy odpowiednich barwików (w postaci tlenków kobaltu, cyny, żelaza i t. p.); dodawane barwniki należy bardzo drobno zemleć i dobrze przemieszać z wyrobioną i odleżałą masą. Jako przykład składu masy podaję masę wypalającą się na białło: składa się ona z 50 części gliny, 20 części kwarcu i 30 części skalenia. Do wyrobu używa się dosyć suchej masy i prasuje się ją w prasach hydraulicznych przy podwójnym ciśnieniu, pierwszym od 30 do 50 atmosfer i powtórnym do 250 atmosfer (z obracającymi się stożkami), wypala się je w kapslach w okrągłych piecach perjodycznych lub Mendheim'a przy temperaturze stożka Nr. 8—9. Pokrywa się je często polewą, do czego stosuje się polewy ołowiane bezbarwne lub zabarwione.

Do tegoż rodzaju wyrobów należą rury kamionkowe, używane przeważnie jako rury stokowe.

Do wyrobu rur kamionkowych używa się tychże glin, co i do poprzednich wyrobów. Wyrób odbywa się prasowaniem w prasach stojących. Po wysuszeniu wyroby oczyszcza się i pokrywa polewą gliniastą, którą dodatek małej ilości kredy robi łatwo topliwą, a dla otrzymania jej w ciemnym kolorze dodaje się dwutlenku manganowego (brannsteinu MnO_2) lub polewa specjalną polewą, składającą się z 167 części skalenia, 70 części węgla wapnia, 132 części piasku kwarcowego i 32 części tlenku żelazowego, polewa ta topi się przy stożku Nr. 1_a (1100° C) używa się przy wyrobach wypalanych przy stożku Nr. 3_a—4_a (1140—1160° C).

Oprócz zwykłych polew przy wyrobie wyżej wymienionych wyrobów, często stosuje się tak zwaną polewę solną, sposób naprowadzania której polega na tem, że pod koniec procesu wypalania wsypane do wnętrza pieca soli kuchennej. Wprowadzona do pieca sól, pod działaniem wody spalin rozkłada się na chlorowódz i tlenek sodowy, który z krzemianami glinu tworzy polewę w formie sodowo-glinowego krzemianu; uwolniony chlorowódz ulatnia się razem ze spalinami. Aby polewa solna równo i jednostajnie pokryła wyroby, najlepiej je oprócz tego pokryć zwyczajną polewą glinianą. Zużycie soli wynosi od 0.5—3 kg na 1 m³ objętości komory pieca.

Rury wypala się ustawione stojąco w piecach perjodycznych lub komorowych przy temperaturze stożka Nr. 5—8 w zależności od użytych do wyrobu surowców.

Wyroby kwasouporne należy zaliczyć do wyrobów kamionkowych, które, aby ^{je} ich zabezpieczyć przed działaniem na nie kwasów, pokrywa się polewą skaleniową, składającą się ze skalenia, kaolinu, piasku, kredy i magnezytu. Sama masa składa się z 25—50 części substancji glinowej, 45—30 części kwarcu i 30—20 części skalenia. Wypala się je przy temperaturze stożka Nr. 5 do 12 (1180—1350° C).

Wyroby kamionkowe, służące do celów przemysłowych i domowego użytku, wyrabia się z mas, zawierających małe ilości tlenku żelazowego, wypalających się na kolory jasne (szarawy lub żółtawy), mają one własność przy wypalaniu spiekania się, lecz nie są przeświecającymi po wypalaniu i tem odróżniają się od porcelany. Używana do ich wyrobu masa składa się z 33—58 części plastycznej gliny, 25—26 części piasku, 17—25 części skalenia i 0—17 części kaolinu. Formuje się podobnie jak inne wyroby garncarskie ręcznie, prasowaniem lub odlewaniem. Pokrywa się polewą solną lub skaleniową (42.1 części skalenia, 27.2 części piasku, 13 części kaolinu i 17.7 części kredy), a także polewami kolorowymi. Wypala się je przeważnie w piecach Kasselskich.

Wyroby porcelanowe. Są to najszlachetniejsze z wyrobów ceramicznych i były one znane od bardzo dawnych czasów w Chinach, gdzie mamy wiadomości o ich wyrobie z 3-go wieku przed Narodzeniem Chrystusa. W Europie pierwsza porcelana w postaci miękkiej porcelany, będącej właściwie szkłem a nie porcelaną, została zrobiona we Francji w 1695 roku, właściwa twarda porcelana w Saksonji (w Meissen) w roku 1709 przez Fryd. Böttger'a.

Z rodzaju porcelany różniamy twarde i miękkie, pierwsze zawierają mniej topników a więcej substancji glinowej i wymagają przy wypalaniu wyższej temperatury, aby otrzymać wymaganą spójność i przezroczystość. Też własności otrzymują miękkie porcelany przy niższej temperaturze, a w razie nagrzania ich do tak wysokiej temperatury, jaką wytrzymuje twarda porcelana, porcelany miękkie miękną, a nawet mogą się stopić. Twardość jednak obydwóch rodzajów jest jednakowa, a nawet niektóre miękkie porcelany są twardsze. Twarde porcelany zawierają w swym składzie oprócz 45—60% substancji glinowej tylko kwarc i skał i tylko wyjątkowo bardzo małe ilości wapna; przeciwnie porcelany miękkie mają skład różnorodny i są czulsze na zmiany temperatury i uderzenia.

Twarde porcelany pokrywa się polewą przeważnie skaleniową, co czyni je odpornymi na działanie kwasów; porcelany miękkie jako pokryte polewą oliwaną tych własności nie posiadają.

Twardą porcelaną zwaną też porcelaną skaleniową wyrabia się z mieszaniny odmulonego kaolinu z dodatkiem kwarcu i skalenia, o ile tych dwóch ciał nie zawiera w dostatecznej ilości ^{niektóre} kaolin. Kaoliny, któreby nie wymagały dodatku kwarcu lub skalenia, trafiają się w przyrodzie bardzo rzadko. Niektóre kaoliny zawierają duże ilości kwarcu (do 36%), inne skalenia (do 38%), tak że wymagają tylko dodatku jednego ze składników.

Zawartość substancji glinowej w twardej porcelanie wynosi przeszło 40% i jeżeli otrzymamy przy przeróbce mało plastyczną masę, to należy dodać wysoko plastycznej gliny, lecz dodatek ten zmniejsza przeziewalność.

Jako surowe materiały do wyrobu twardej porcelany używa się białe wypalających się kaolinów, zupełnie nie zawierających w swym składzie siarczków żelaza, które przy wypalaniu dają czarne plamy; ilości dodawanych kwarcu i skalenia normuje się wynikami analizy wymiarowej.

Skład porcelany zależy od składu użytego do jej wyrobu kaolinu i jako przykład podaję skład mieszanin (berlińskiej porcelany) przy użyciu kaolinu o składzie 55% substancji glinowej, 22.5% kwarcu i 22.5% skalenia dla różnych wyrobów:

a) zasadnicza mieszanina 49% substancji glinowej 28% kwarcu i 23% skalenia

b) mieszanina naczyńowa 54% „ „ 28% „ i 18% „

na wyrób drobnych przedmiotów używa się czystego powyżej podanego składu kaolinu. Porcelany te pokrywa się polewą o składzie (0.11 K₂O—0.67 CaO—0.22 MgO) Al₂O₃—10 SiO₂.

Inne najczęściej znane porcelany mają następujące składy:

- | | | | | | | | | |
|----|----------------------|--------|---------------------|----------------|--------|---|--------|----------|
| 1) | Porcelana z Limoges: | 43.04% | substancji glinowej | 26.46% | kwarcu | i | 30.5 % | skalenia |
| 2) | „ „ Sèvres: | 66.34% | „ „ | 12.05% | „ | | 15.11% | „ |
| | | | i 6.47% | węglanu wapnia | | | | |
| 3) | „ karlsbadzka: | 51.97% | substancji glinowej | 29.62% | „ | | 17.26% | „ |
| | | | i 1.25% | węglanu wapnia | | | | |
| 4) | „ kopenhaska: | 47.0% | substancji glinowej | 20% | „ | i | 33% | „ |
| 5) | „ chińska: | 31.8% | „ „ | 30.8% | „ | | 19.4 % | „ |
| | | | sodowego i 18% | łuszczyku | | | | |

6) Polewa kopenhaska: (0.65 K₂O—0.35 CaO) Al₂O₃—15 SiO₂.

Z powyższego widzimy, że składy różnych porcelan są dosyć rozmaite i zależą głównie od własności i składu czystego kaolinu.

Podczas wypalania skał przy nagrzaniu do 1315° C rozpuszcza pewną ilość bezkształtnej substancji glinowej (Al₂O₃ + 2 SiO₂) i krystalicznego SiO₂, przyczem tworzą się przesycone roztwory krzemianów glinowych wydzielających kryształy sillimanitu. Masa po wypaleniu składa się z podstawowej

masy szklistej, krystalicznego dwutlenku krzemu, kryształów sillimanitu i bardzo drobnych pęcherzyków. Ten skład masy wyjaśnia jej przeświecalność.

Masa jak i polewy mają podobny skład i dlatego ich rozszerzalność jest bardzo zbliżona i dlatego wytrzymują wyroby porcelanowe raptowne zmiany temperatury.

Wyroby porcelanowe formuje się ręcznie lub wzornikami w formach gipsowych na warsztacie garncarskim, tłoczeniem lub odlewaniem, w ostatnim razie na 700 kg suchej masy daje się 300 kg wody, do której dodano 3 kg sody krystalicznej; masa ta wypełnia formy bardzo dobrze, tak że można odlewać znajdujące się przy formowanych przedmiotach cienkie wystające części jak rurki, dziobki i t. p.

Skurcz przy wysychaniu zależy od składu masy i ilości znajdującej się w niej wody; wyroby formowane ręcznie i tłoczone kurczą się mniej od odlewanych.

Zrobione wyroby po przeschnięciu oczyszcza się, wyglądza powierzchnię mokrą gąbką, ostatecznie suszy i słabo wypala przy temperaturze stożka Nr. 010. Ostudzone po pierwszym wypalaniu wyroby pokrywa się polewą zanurzając je w takową, rzadziej smarując. Po przeschnięciu wypala się ostatecznie przy temperaturze stożka Nr. 14 do 18. Jak pierwsze tak i drugie wypalanie skutecznia się w kapslach. Czas trwania wypalania przy małych piecach pierwszego 5—10 godzin, drugiego 10—15 godzin; przy dużych piecach 18—28 i 30—45 godzin.

Do wypalania porcelany rzadziej zastosowywa się zwyczajne okrągłe piece perjodyczne, a przeważnie piece podobne do wspomnianych wyżej, lecz trzypiętrowe (Tabl. 22). Stosując piece trzypiętrowe w dolnym piecu wypala się wyroby ostatecznie (poraz drugi), w średniej części daje się wyroby do pierwszego wypalania, a w górnej komorze wypala się kapsle.

Dolna część pieca składa się z pieca okrągłego, perjodycznego z wierzchniem płomieniem *A*, nad którym są umieszczone jedna nad drugą jeszcze dwie komory *B* i *C*. Ogrzewają się one podnoszącym się żarem dolnej komory. Z komory *A* przechodzą spaliny do położonej nad nią komory *B* kanałami *I—K* i *L*, a z komory *B* do komory *C* otworami w jej sklepieniu *M*. Z komory *C* spaliny uchodzą do komina *N*. Kanały *O—K—L* służą jednocześnie dla dopływu w razie potrzeby do komory *B* dodatkowego powietrza, aby gdy mamy w komorze *A* niezupełne spalenie, dodatkiem świeżego powietrza osiągnąć w komorze *B* ^{zupelne} ~~zupelne~~ *Spalenie*.

Miękką porcelaną używa się przeważnie na wyroby zdobnicze, była ona pierwszą porcelaną, którą zaczęto wyrabiać w końcu 17-go wieku w Anglii i Francji. Ma ona skład bardzo rozmaity i różni się od twardej porcelany małą zawartością substancji glinowej, oprócz której zawiera dużo kwarcu i topników. Część kaolinu zamienia się często gliną plastyczną, wypalającą się białą. Co do składu i własności są one zbliżone do trudno topliwych szkieł. Wypalają się przy temperaturze stożka Nr. 7 do 10.

a) Porcelana topiona była wyrabianą w Sèvres od 1756 do 1805 roku i była właściwie szkłem a nie porcelaną. Do wyrobu jej najpierw topiono masę z 60 części piasku, 7,2 części soli kuchennej, 3,7 części gipsu, 21,8 części saletry, 3,7 części alunu i 3,7 części sody i na 75 części tej stopionej i bardzo drobno zmielzonej masy dodawano 17 części kredy i 8 części marglu. Masa ta była mało plastyczną i w celu nadania jej plastyczności dodawano kleju. Wypalano ją w kapslach napełnionych mielonym kwarcem. Po pierwszym wypaleniu pokrywano wyroby polewą ołowianą.

b) Porcelana kostna jest w dużych ilościach wyrabiana w Anglii. Wyrabia się ją z mieszaniny kaolinu (23—30 części) i popiołu kostnego (41—50 części) z niewielkim dodatkiem gliny plastycznej. Wypala się tak samo jak porcelaną topioną i do pokrycia używa polewy ołowianej. Jest ona czułą na zmiany temperatury i uderzenia.

c) Porcelana chińska i japońska stanowi przejście od porcelan miękkich do twardych. Wyrabia się z naturalnych kaolinów, biednych w substancję glinową. Skład tych kaolinów: substancji glinowej 25 do 30%, kwarcu 40—45% i 20—25% skalenia. Jako polewę używa się tego samego kaolinu z dodatkiem popiołu drzewnego. W przeciwieństwie do innych porcelan, wypala się tylko raz jeden.

d) Porcelana berlińska (Dra Seger'a) podobna jest do porcelany japońskiej. Składa się z 25% substancji glinowej, 45% kwarcu i 30% skalenia (30% kaolinu, 10% gliny plastycznej i 60% skalenia). Pokrywa się polewą skaleniową bezołowiową i wypala przy temperaturze stożka Nr. 8—10.

Wiele wyrobów porcelanowych jako służących do domowego użytku i celów zdobniczych koloruje się lub pokrywa malowidłami. Jako barwniki używa się czystych tlenków metalowych lub ich mieszanin i szlachetnych metali. Użyte tlenki i metale dają następujące zabarwienia: kobaltowy — niebieskie, chromowy — zielone, żelazowy — żółte, czerwone i brązowe, manganowy — żółtawe, brązowe i fioletowe, nikłowy — brązowe, uranowy — żółte i szare, miedziowy — zielone i zielono-niebieskie, kwas chromowy — czerwone, złoto-czerwone, platyna — szare i iryd — czarne. Do tego dochodzą tlenki nie barwiące, lecz wpływające na zmianę kolorów powyższych tlenków, jak tlenki cyny i cynku, kwas antymonowy, tlenek glinowy i wapno.

Ozdabianie wyrobów porcelanowych osiągamy przez: 1) zabarwienie samej masy przez nasycenie słabo wypalonego przedmiotu przed pokryciem polewą azotanami lub chlorkami tlenków barwiących metali z dodatkiem gliceryny; najlepiej w tym razie stosować polewy ołowiane jako łatwiej topliwe.

- 2) pokrywaniem przez zanurzanie lub oblewanie słabo wypalonego przedmiotu zabarwioną masą, następne słabe wypalenie i dopiero po tem drugim wypaleniu i pokryciu polewą ostateczne wypalenie;
- 3) przez zastosowanie barwnych polew;
- 4) przez malowanie przedmiotów po pierwszym wypaleniu przed pokryciem polewą i ostatecznem wypaleniem.

Oprócz powyższych sposobów, które wykonuje się przed ostatecznem wypaleniem, przeważnie pokrywa się malowidłami gotowe pokryte polewą wypalone przedmioty, w którym to celu barwniki zmieszane z łatwo topliwem szkłem rozprawdza się olejkiem terpentynowym lub lawendowym i po wymalowaniu przedmiot w celu utrwalenia malowidła nagrzewa się niedługo w piecu mufowym przy temperaturze stożka Nr. 015—017.

Złocenie polega na tem, że chlorek złota rozpuszczony w eterze miesza się z zawierającym siarkę olejkiem lawendowym i tą mieszaninę nanosi pędzelkiem na gotowe wyroby i następnie wypala przy temperaturze stożka Nr. 016—0.22. Na przedmiotach pokrytych polewą otrzymujemy złoto błyszczące, a na niepolewanych matowe. Można też otrzymać złoto matowe na wyrobach pokrytych polewą, w którym to celu sporządzamy mieszaninę z bardzo drobnego proszku złota, azotanu, bizmutu i boranu ołowiu, którą rozrabiamy olejkiem terpentynowym; po pokryciu powyższą mieszaniną wyroby suszy się i wypala. Po wypaleniu otrzymujemy warstwę złotą matową, której polerowaniem możemy nadać połysk.

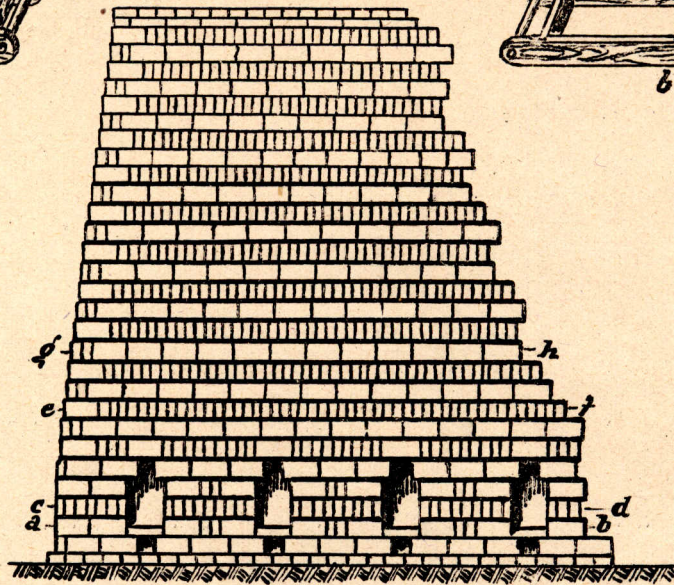
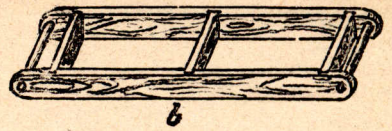
Maszyny dla przemysłu ceramicznego, głównie prasy leżące z zastosowaniem ślimaka prof. K. Adamieckiego i urządzenia transportowe (samoczynne wagoniki, elewatory szwedzkie i t. p.), wyrabia fabryka „Lilpop, Rau i Loewenstein“ w Warszawie.



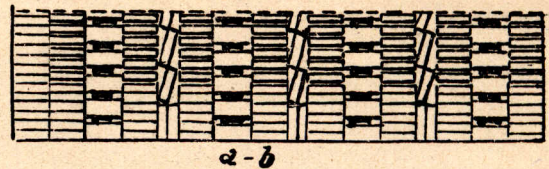
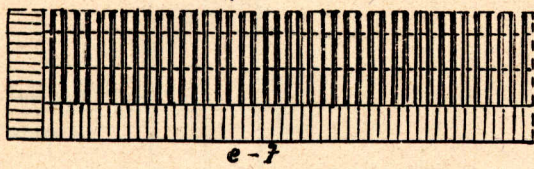
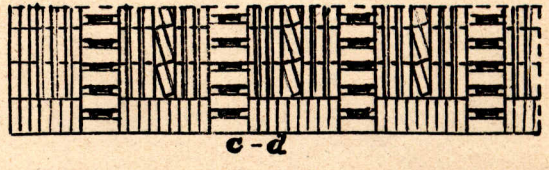
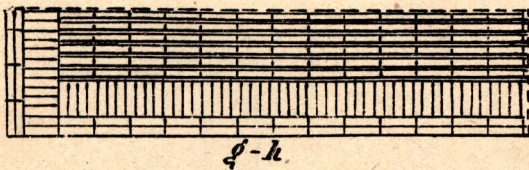
SKOROWIDZ.

	Str.
Cegielnictwo	3
Ręczny wyrób cegieł i wypalanie ich w piecach polowych (mielerzach)	4
Maszynowy wyrób cegieł z wypalaniem w piecach stałych	5
Suszenie cegieł i innych wyrobów	7
Piece do wypalania wyrobów ceramicznych	9
Ustawianie cegieł w komorach pieców	14
Wymiary i budowa pieców	15
Kominy pieców do wypalania	16
Materiały ogniotrwałe	16
Analiza techniczna glin	23
Wyroby szamotowe	24
Wyroby z dużą zawartością tlenku glinowego albo beauksytowe .	28
Wyroby dynasowe (krzemionkowe)	28
Wyroby magnezytowe	29
Wyroby dolomitowe	30
Wyroby chromowe	30
Wyroby węglowe	31
Wyrób tygli	31
Wyrób mufl do destylacji cynku	31
Wyrób tygli (garnków) do topienia szkła	33
Wyrób kapsli służących do wypalania wyrobów kamionkowych i porcelanowych	33
Formowanie wyrobów ceramicznych za pomocą odlewania	34
Urządzenia transportowe i rozplanowanie cegieł	34
Wyroby garncarskie	35
Wyroby ziemiste	35
Wyroby ziemiste, kamionkowe lub fajansowe	37
Właściwe wyroby kamionkowe	37
Wyroby porcelanowe	38
Twarda porcelana	38
Miękka porcelana	39

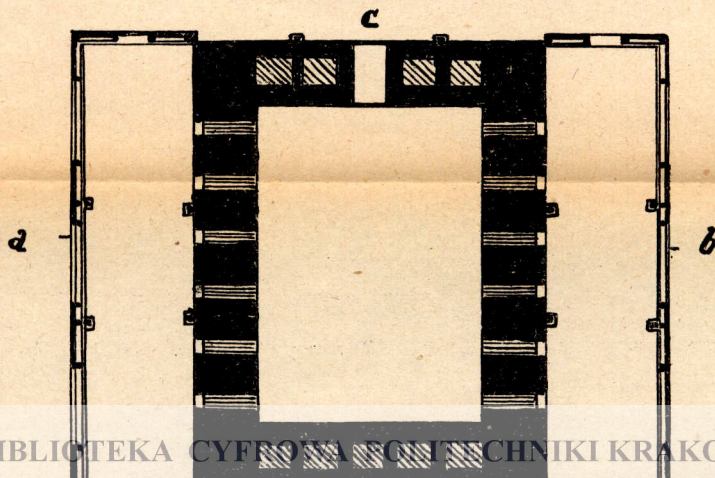
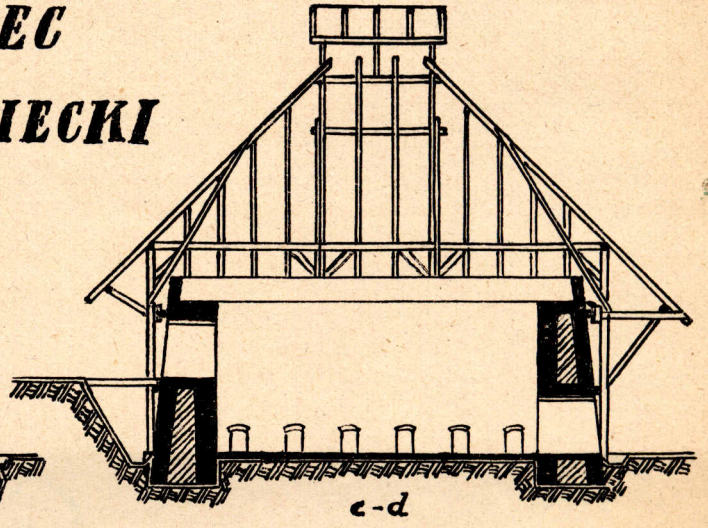
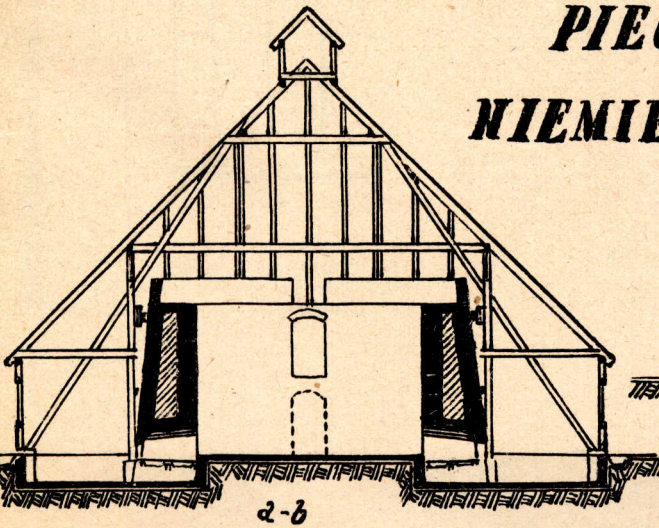




PIEC POŁOWY (MIELERZ)

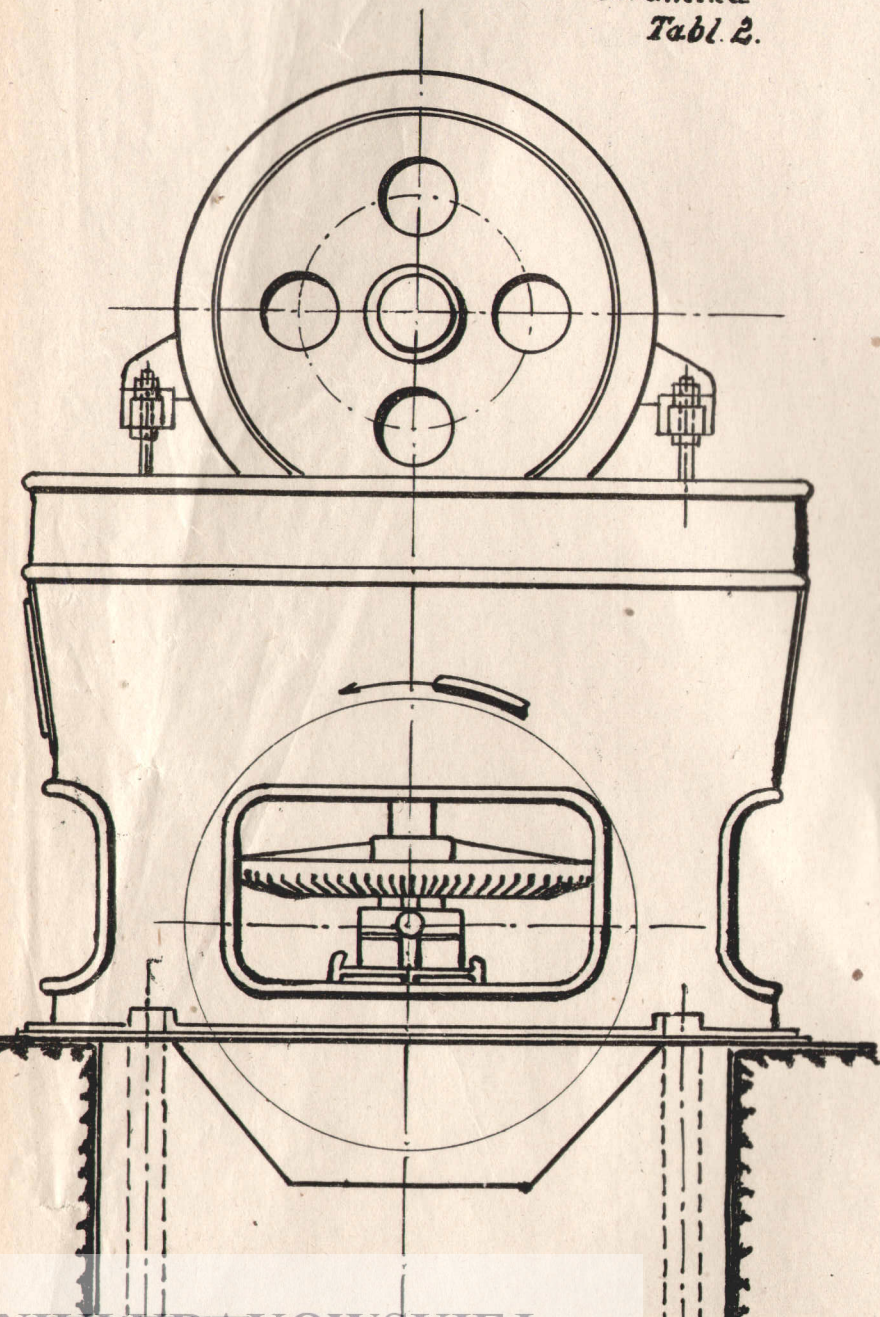
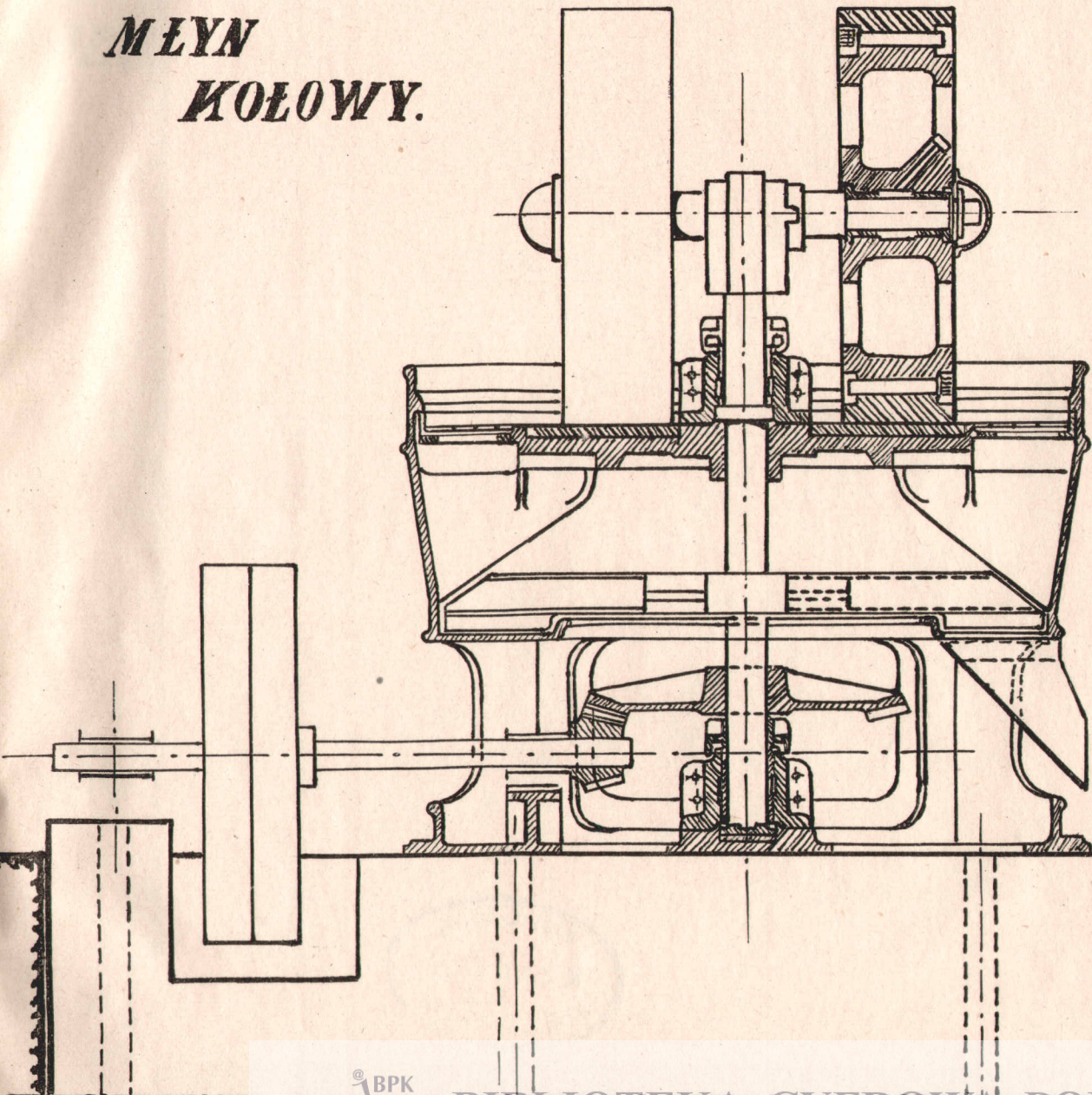


PIEC NIEMIECKI

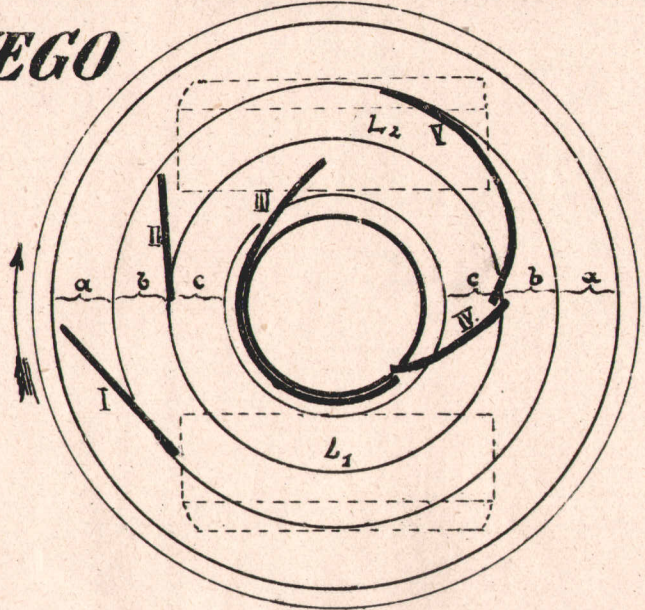


**MŁYN
KOŁOWY.**

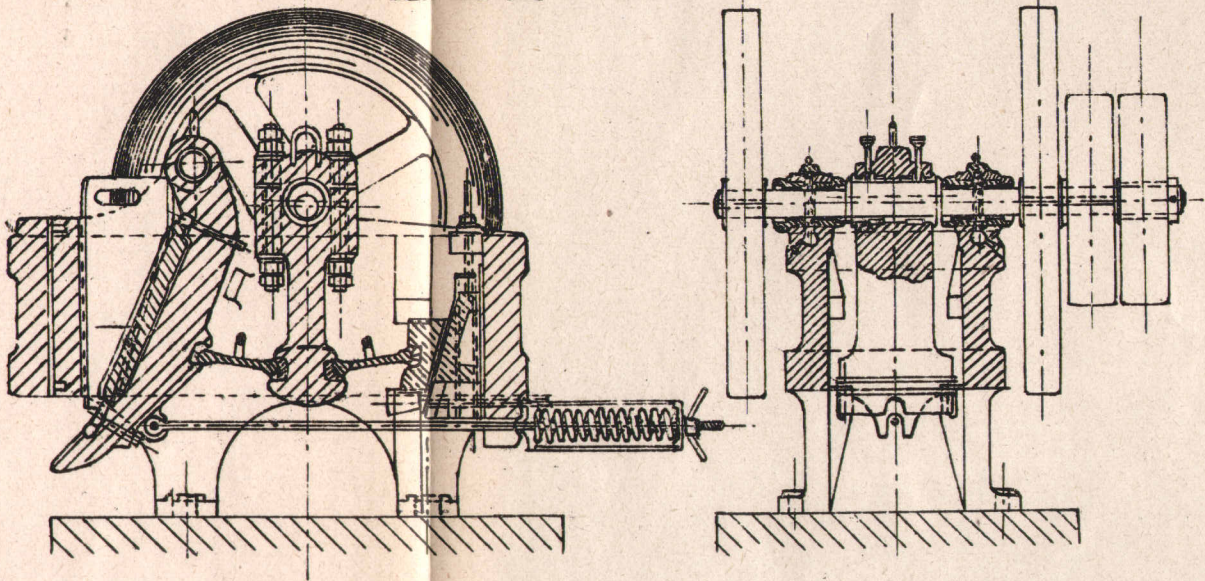
*Ceramika
Tabl. 2.*



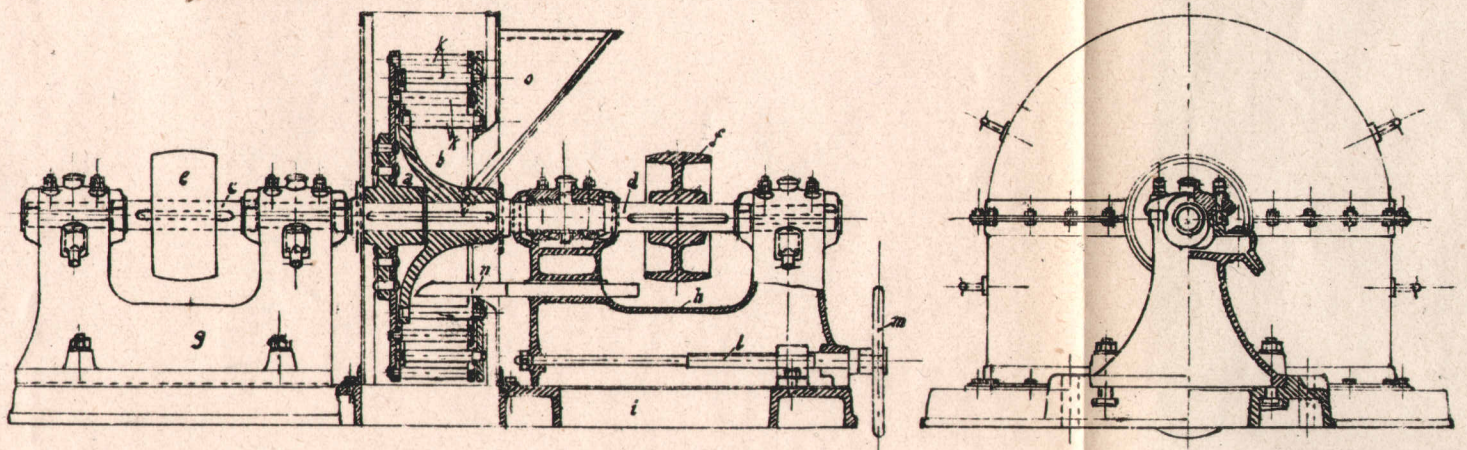
**Ustawienie skrobaczek Meyna
kołowego**



Łamacz



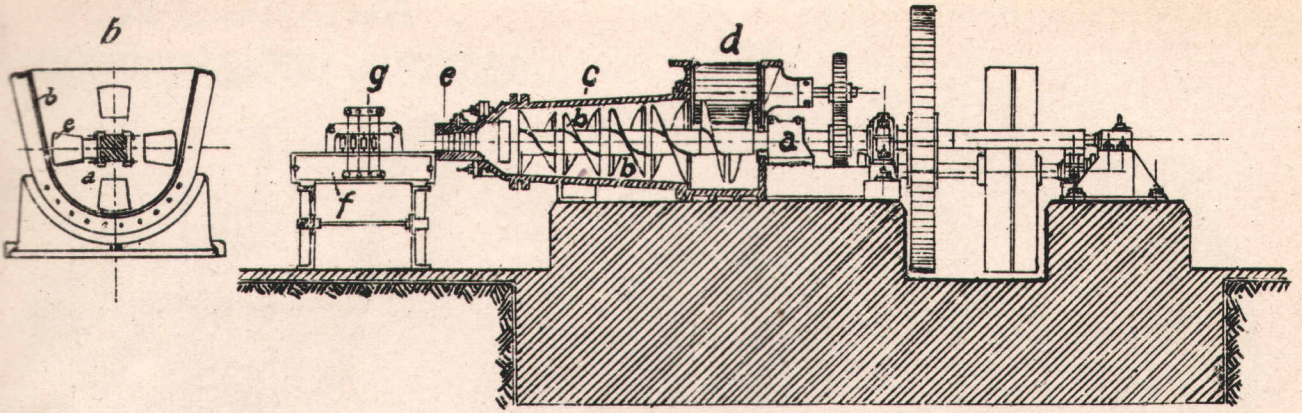
MEYN RZUTOWY (DEZYINTEGRATOR)



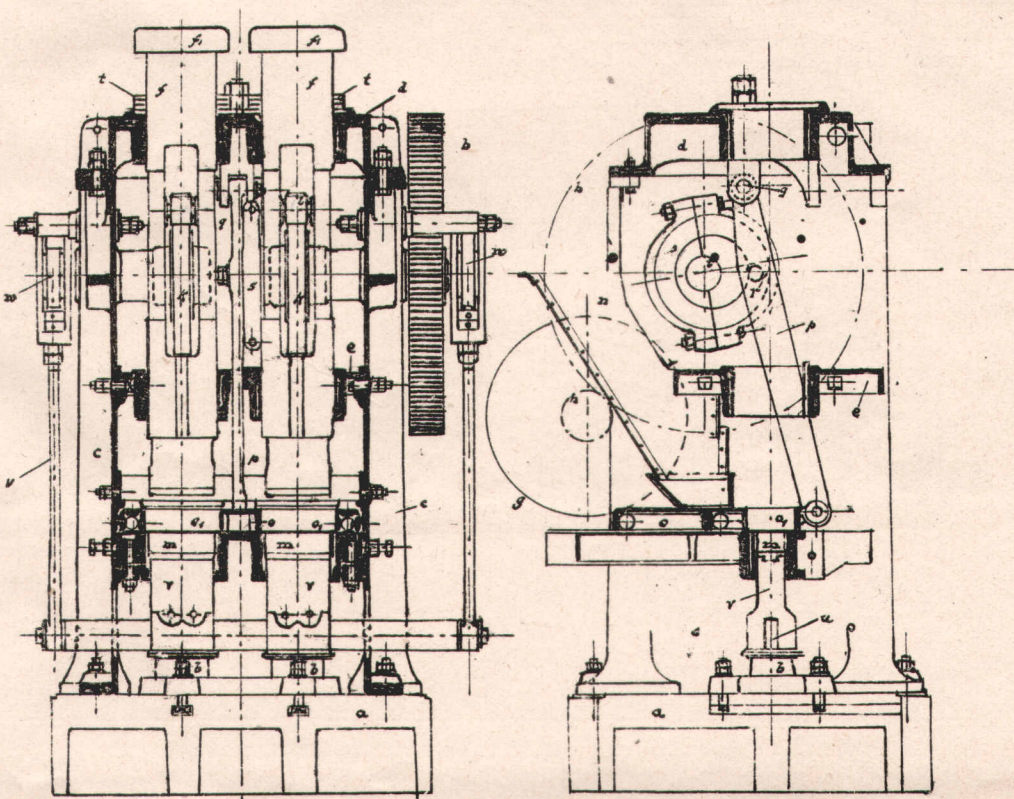
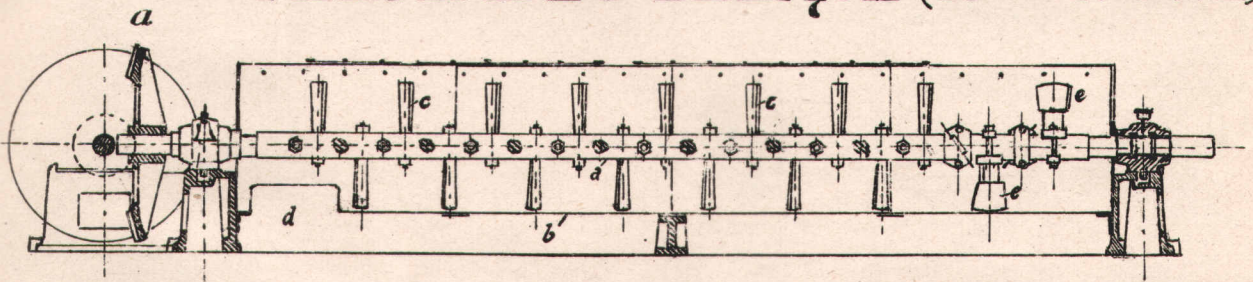
Ceramika Tbl. 3



PRASA CEGLARSKA LEŻĄCA

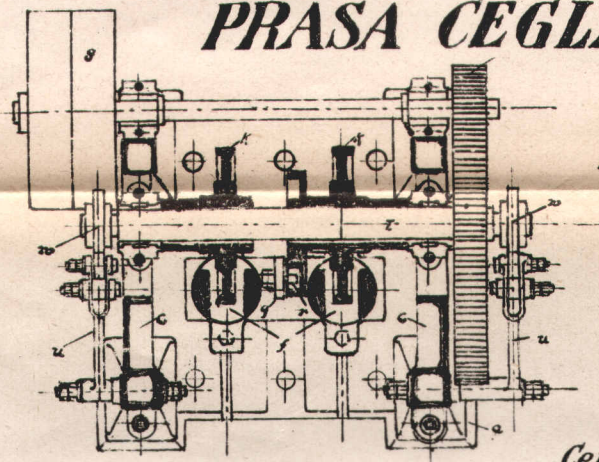


MIESZADŁO LEŻĄCE (KORYTOWE)



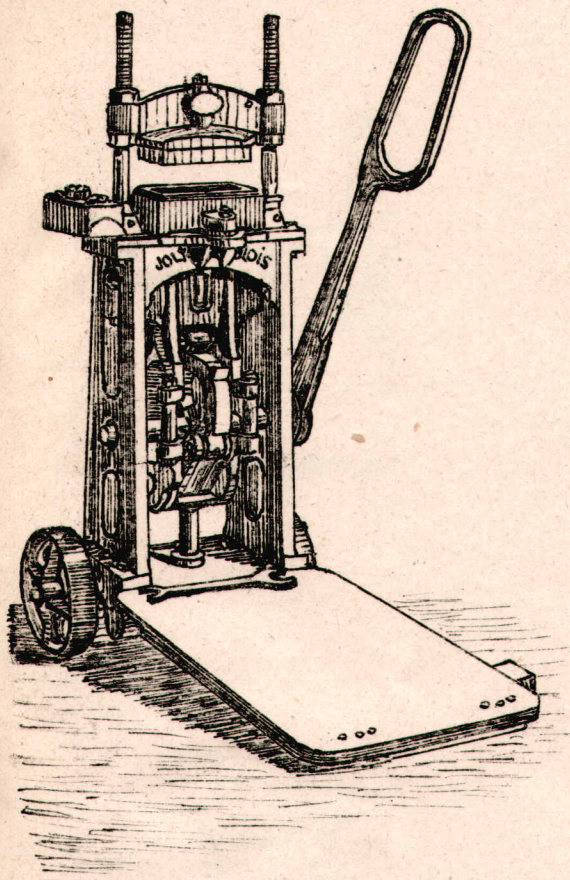
PRASA CEGLARSKA

STEMPLOWA

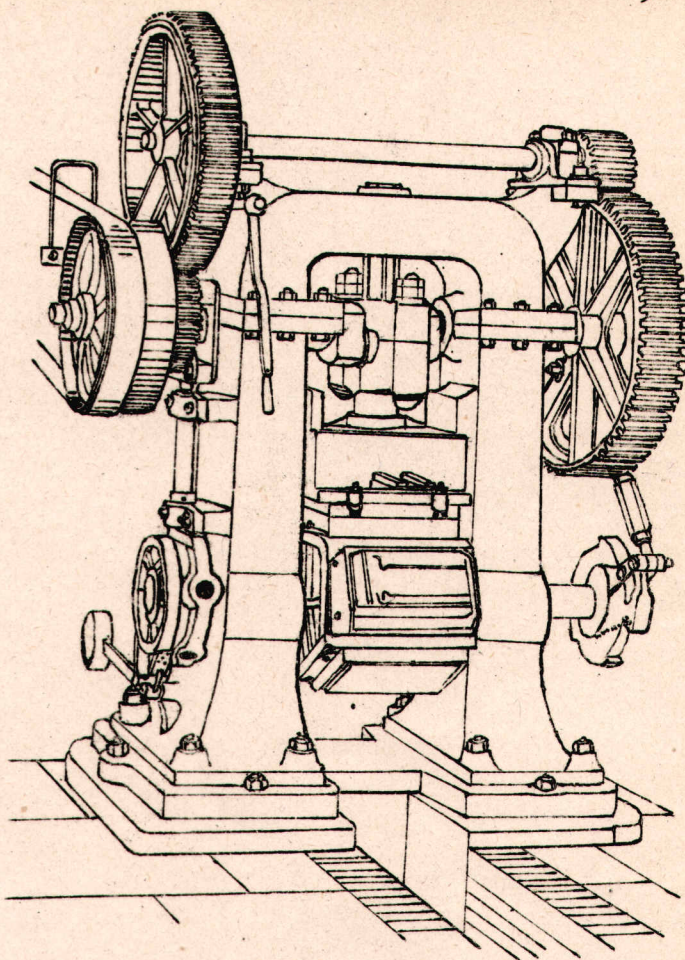


Ceramika Tbl. 4.

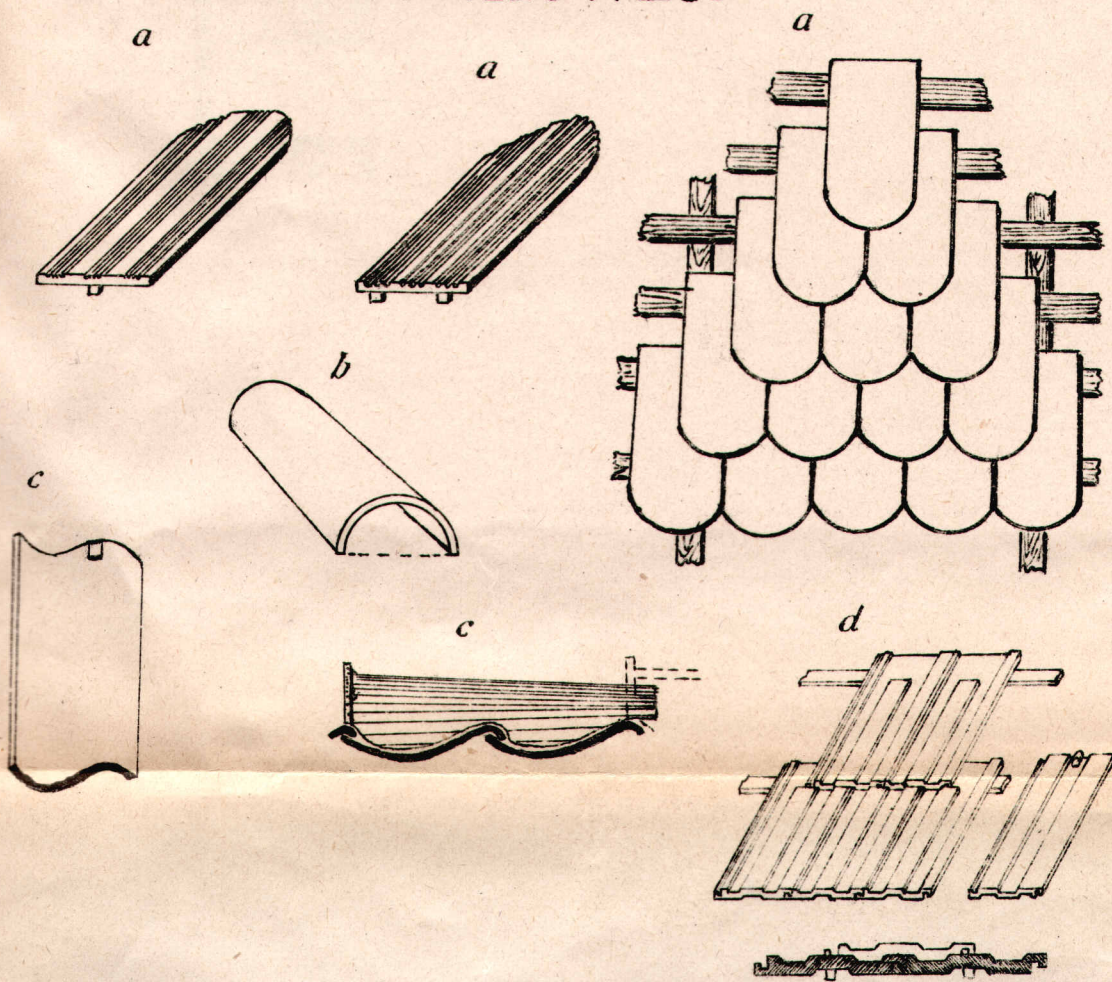
**PRASA DO POWTORNEGO
PRASOWANIA
PRZESCHEYCH CEGIEŁ**



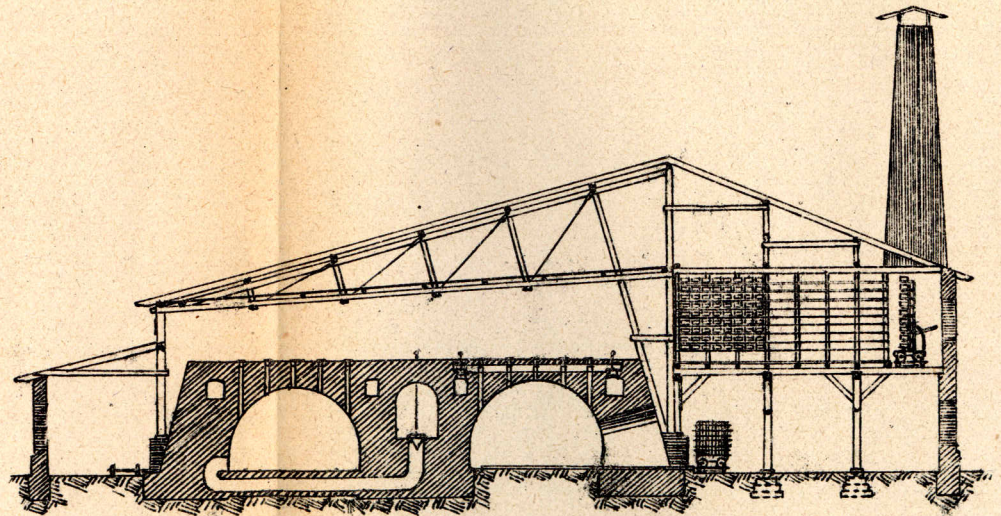
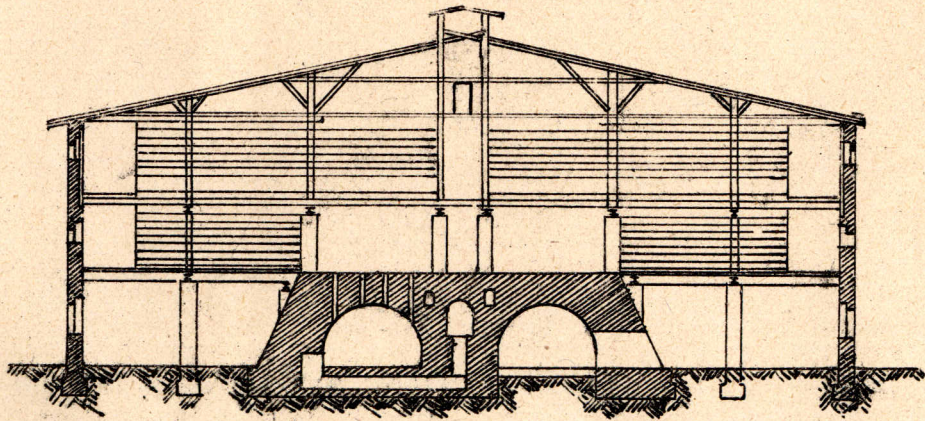
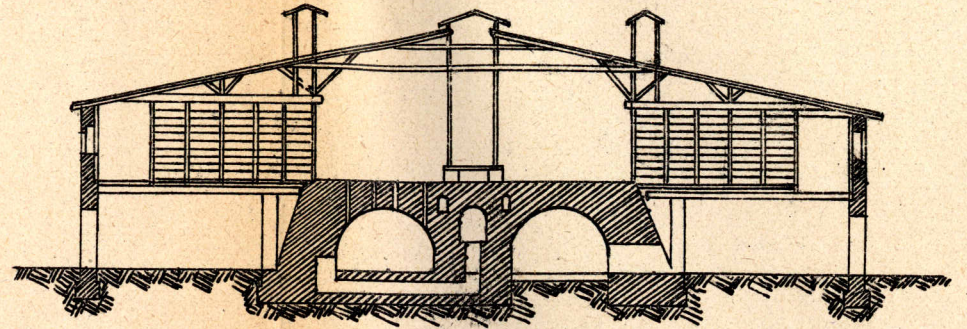
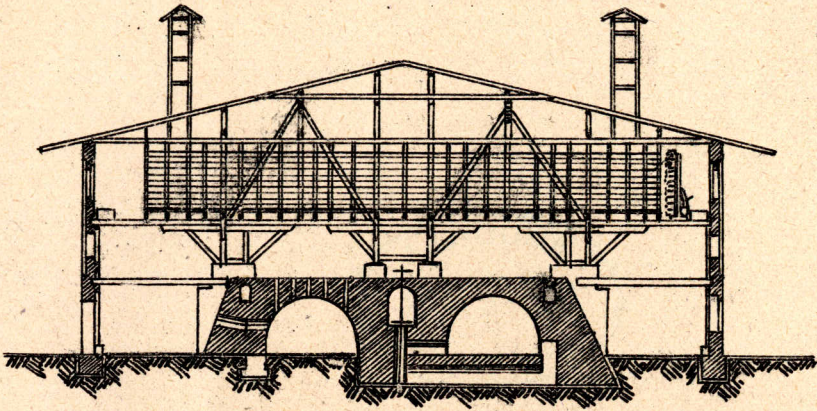
**PRASA DACHÓWKOWA
(REWOLWEROWA)**



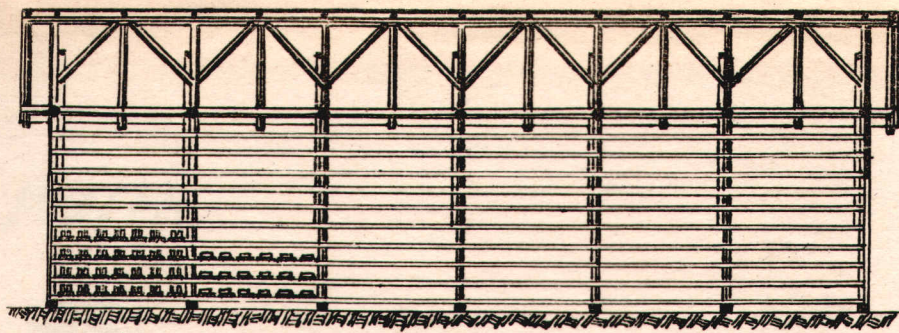
TYPY DACHÓWEK



SUSZARNIE

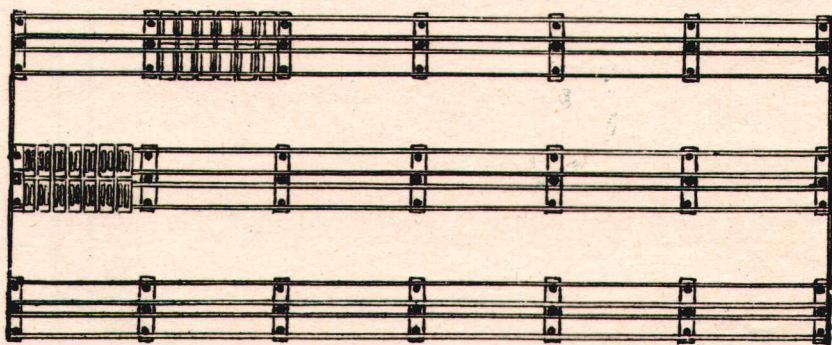


Ceramika Tbl.6.

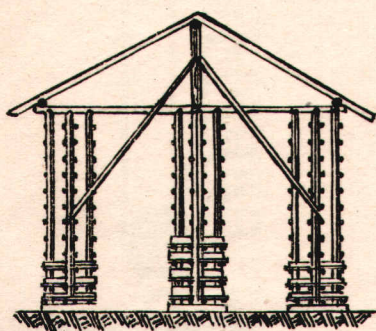


przekrój podłużny

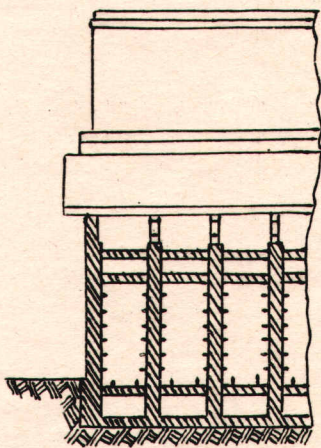
SZOPA DO SUSZENIA CEGIEŁ.



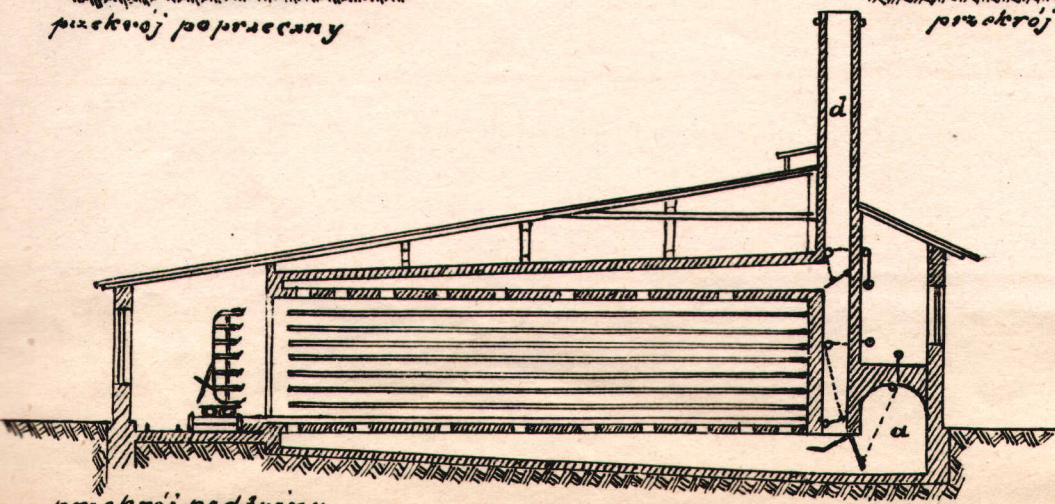
plan



przekrój poprzeczny



przekrój poprzeczny



przekrój podłużny

SUSZARNIA KANAŁOWA.

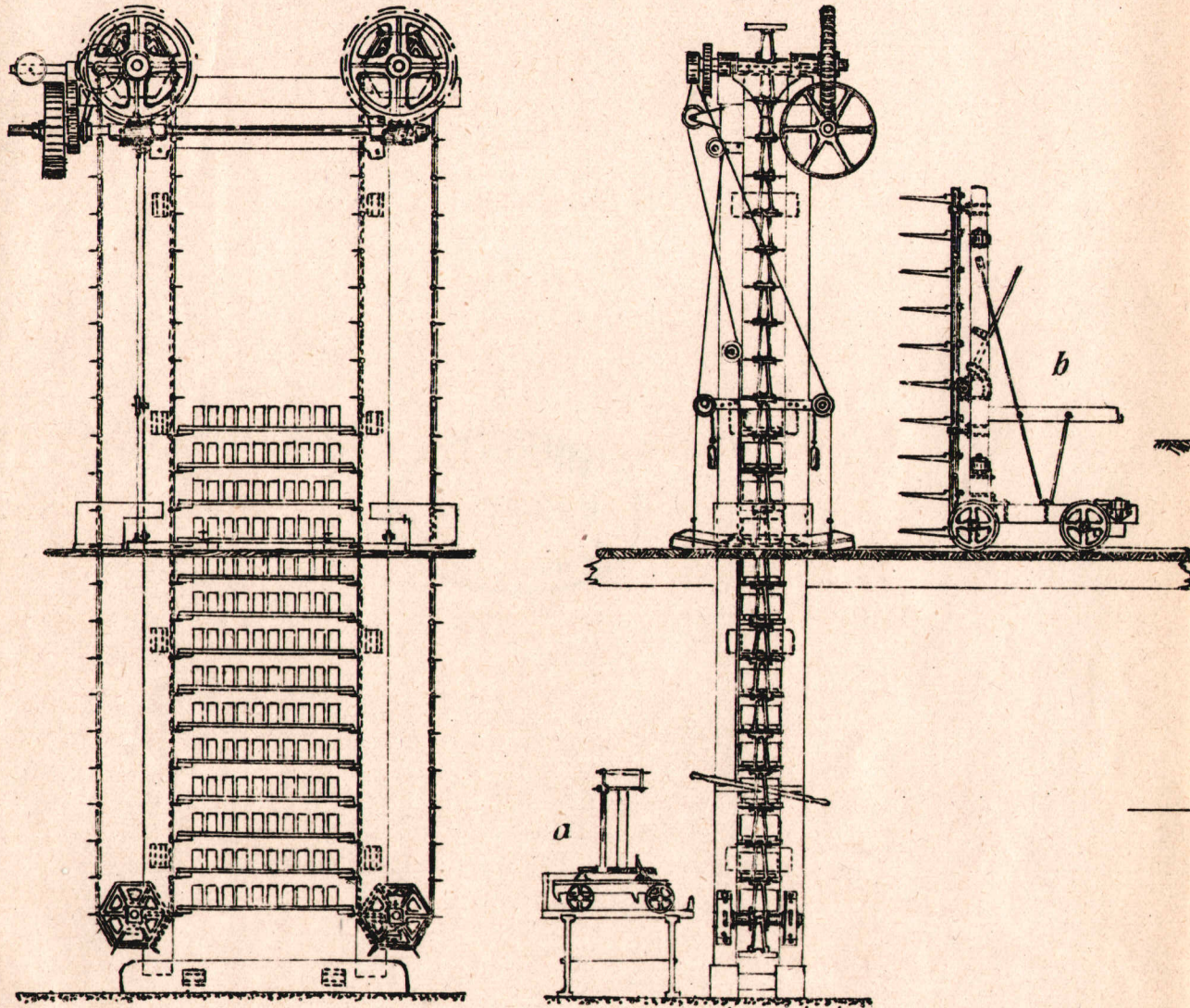


Skala 1:100.

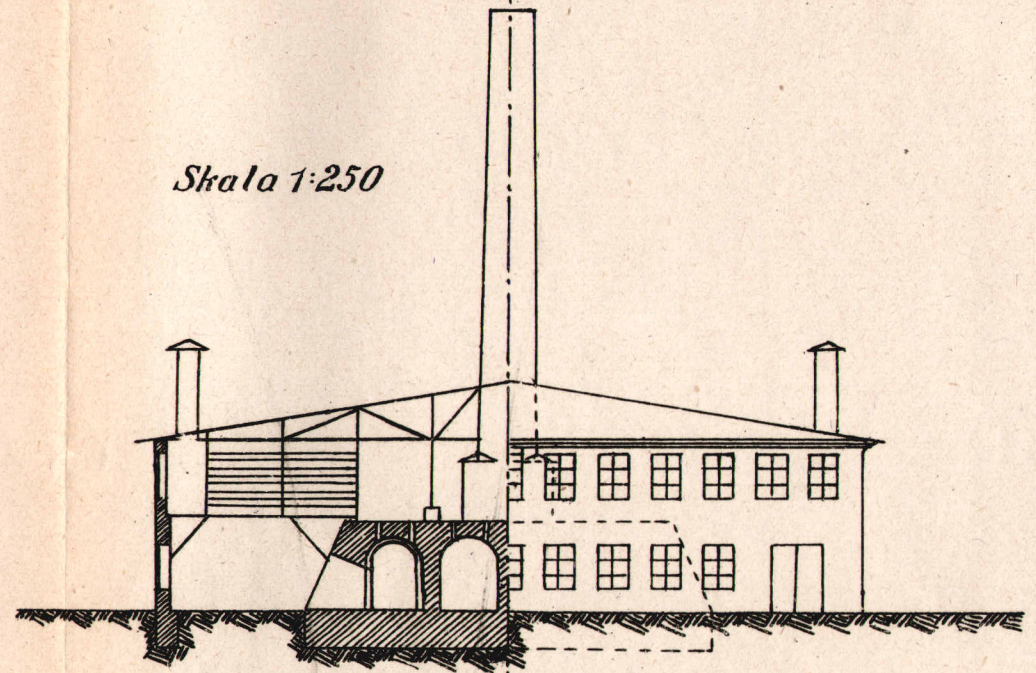
plan

Ceramika
Tabl. 7.

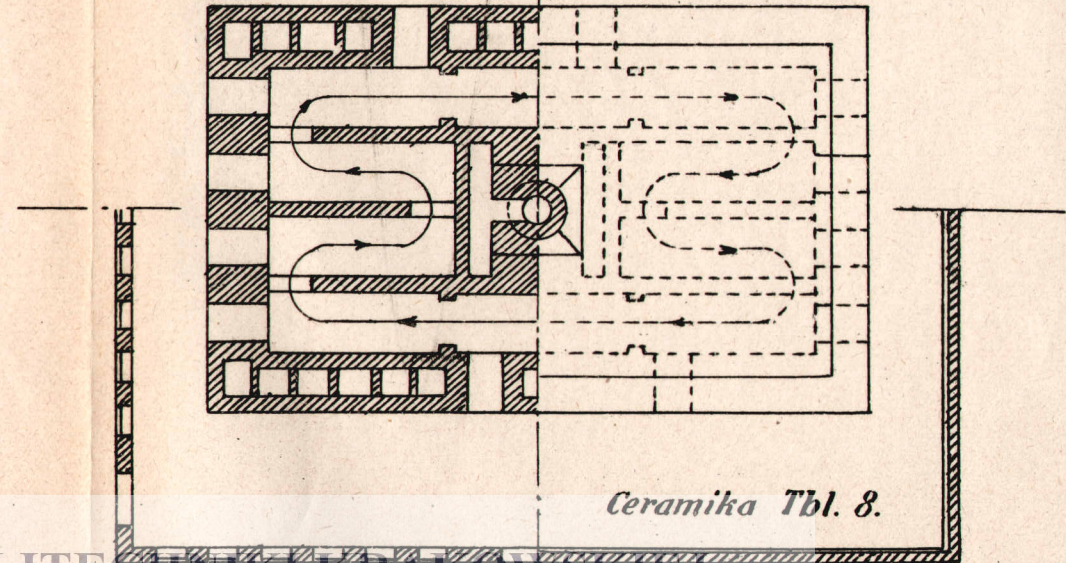
PODNOŚNIK (ELEWATOR SZWEDZKI)



Skala 1:250



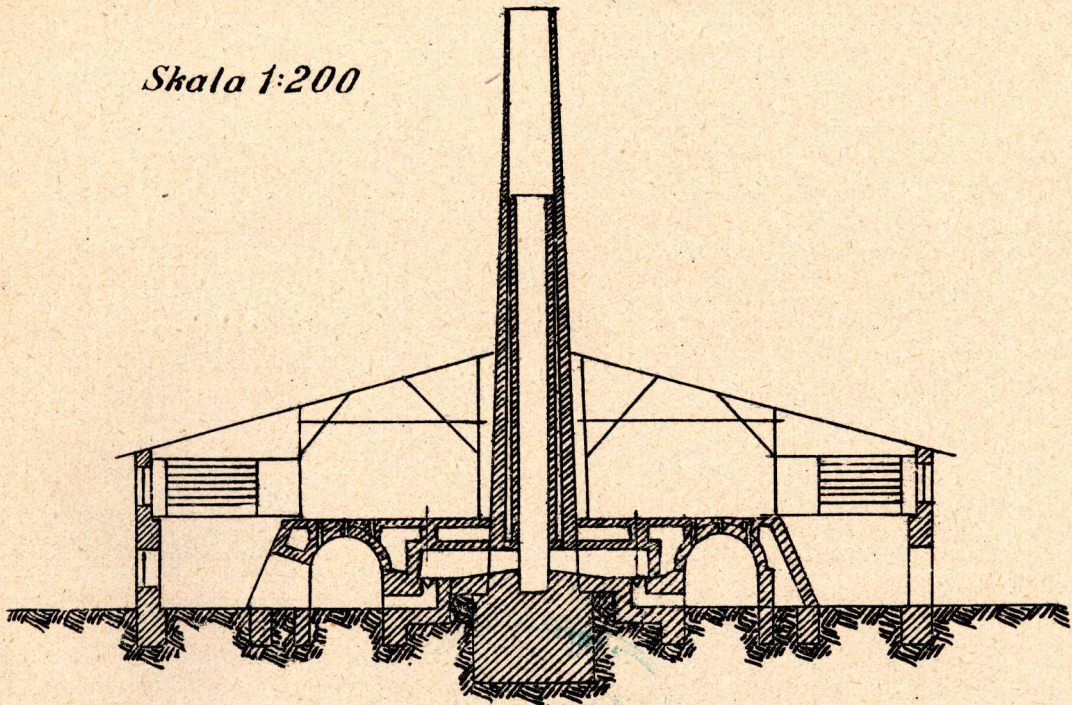
PIEC ZYGZAKOWY



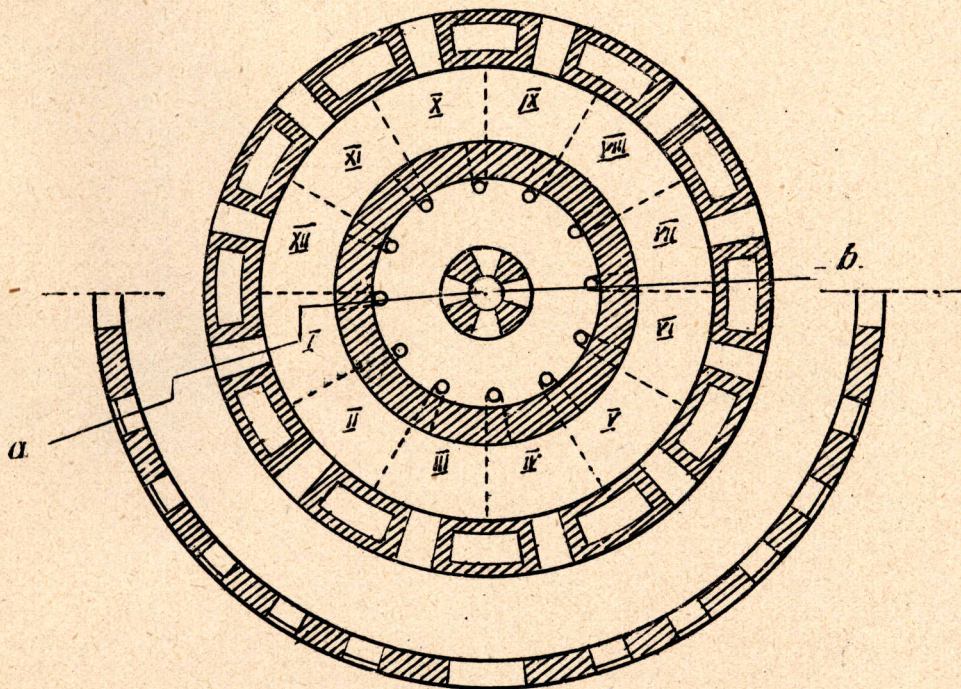
Ceramika Tbl. 8.

PIEC HOFFMANNA

Skala 1:200

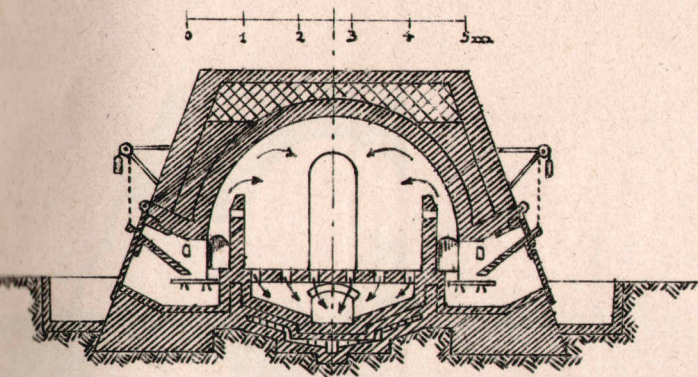


przekrój a-b

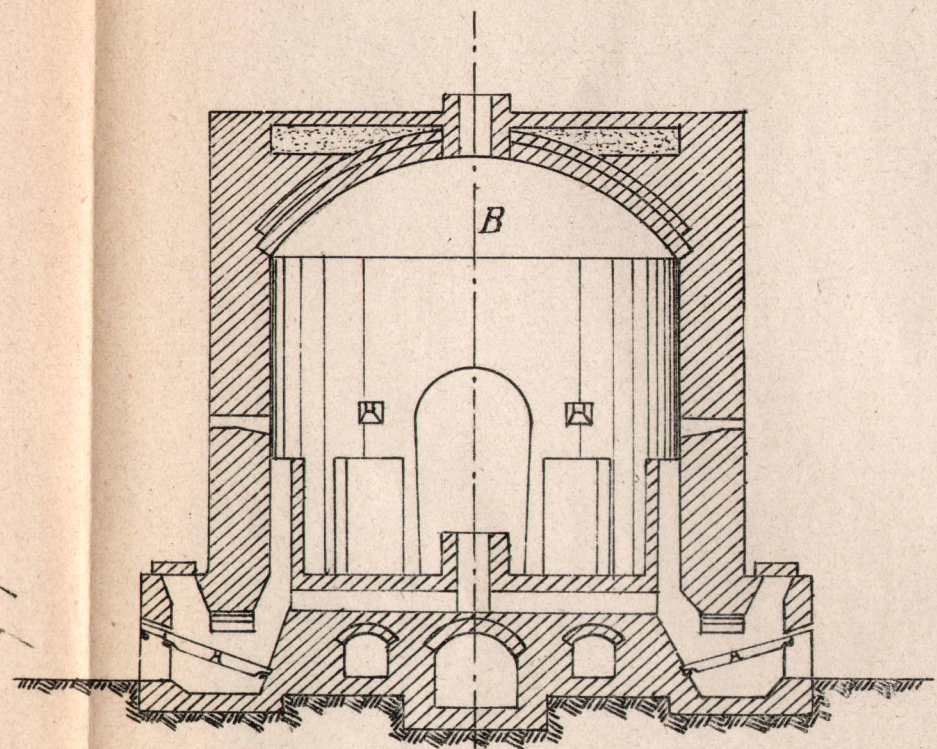


Plan

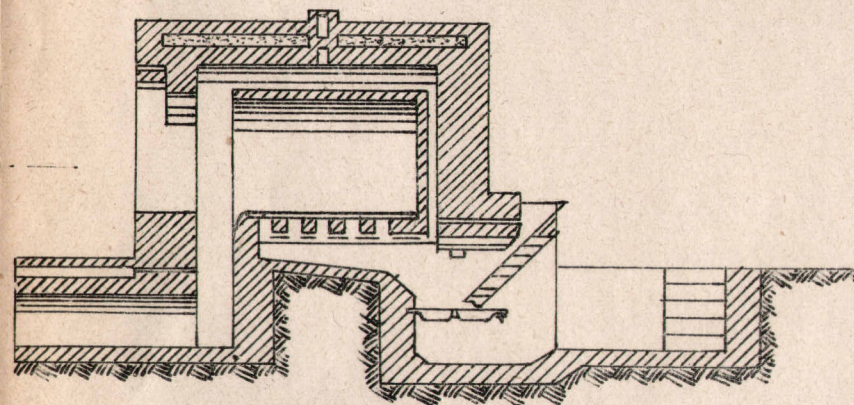
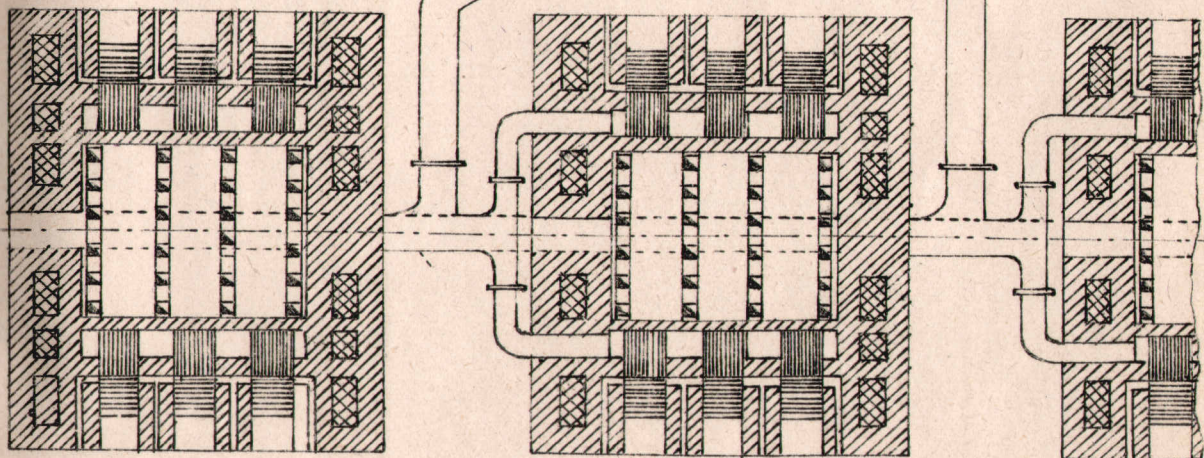
PIECE PERJODYCZNE



A



B



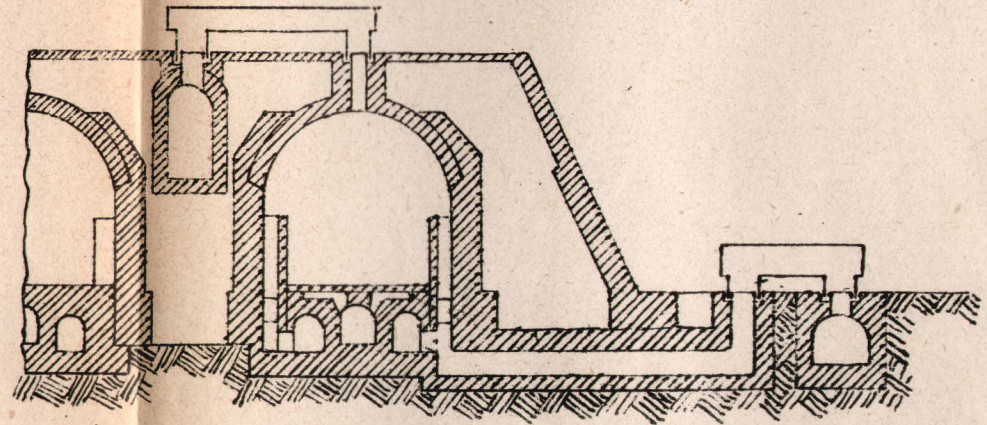
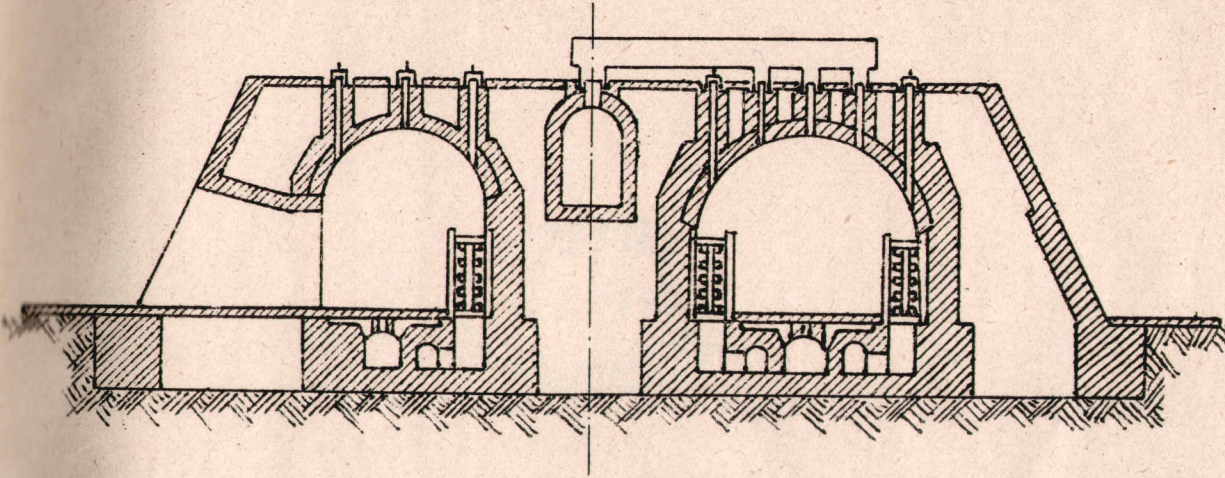
PIEC MUFLOWY

PIEC PIERŚCIENIOWY

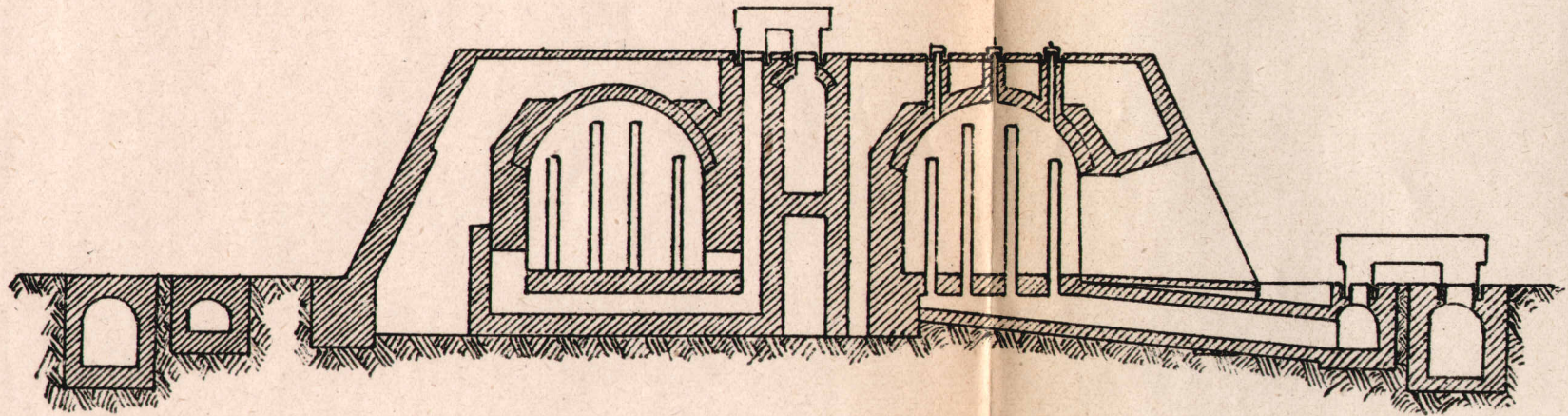
Skala 1:100

z górnym płomieniem

komorowy



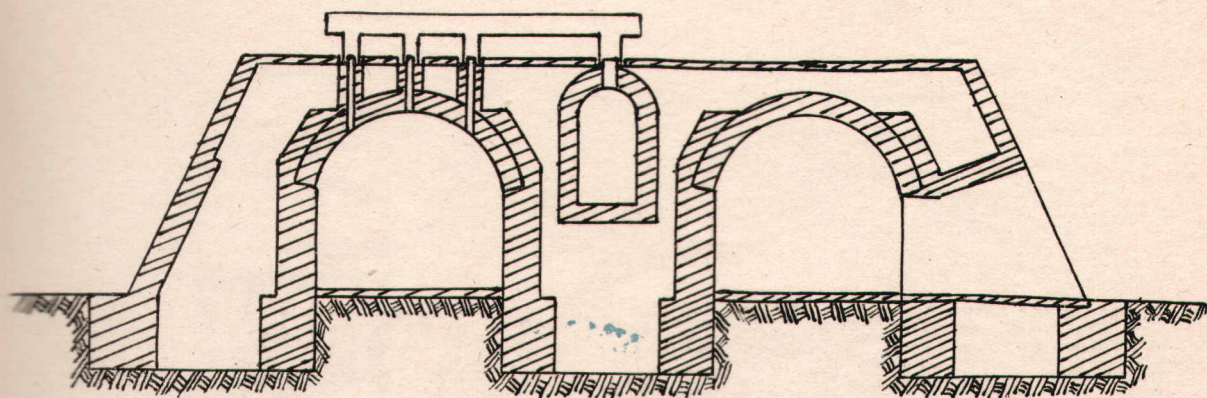
gazowy



Ceramika Tbl. 11.

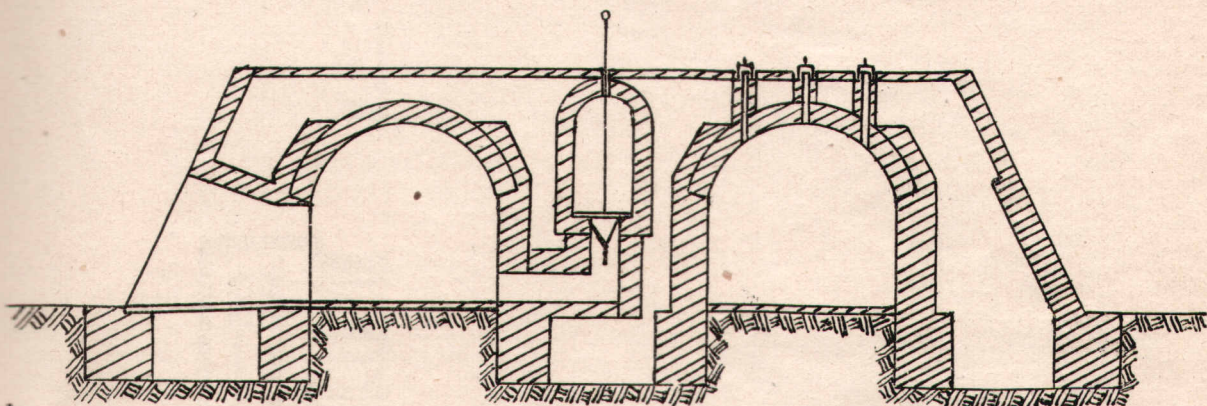
PIEC PIERŚCIENIOWY

z wierzchniem odprowadzeniem spalin



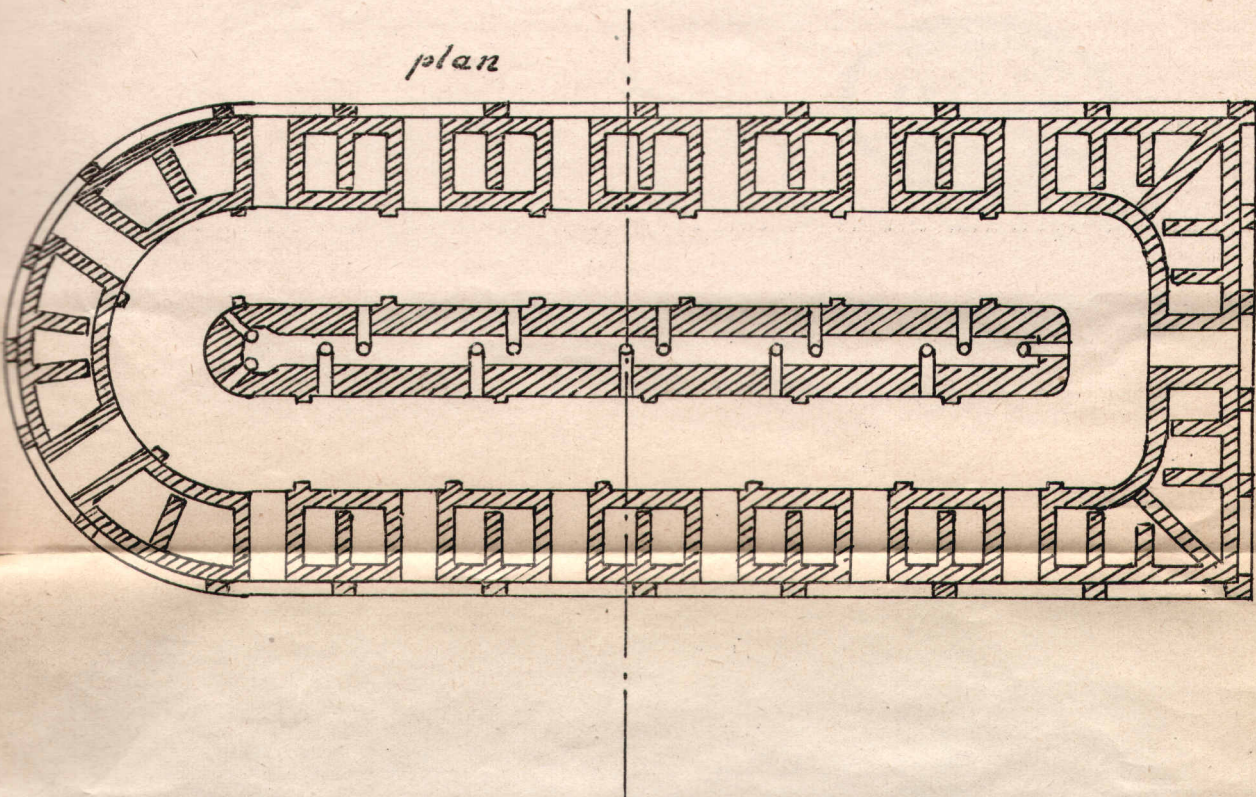
Skala 1:100.

z dolnem odprowadzeniem spalin



Skala 1:100.

plan

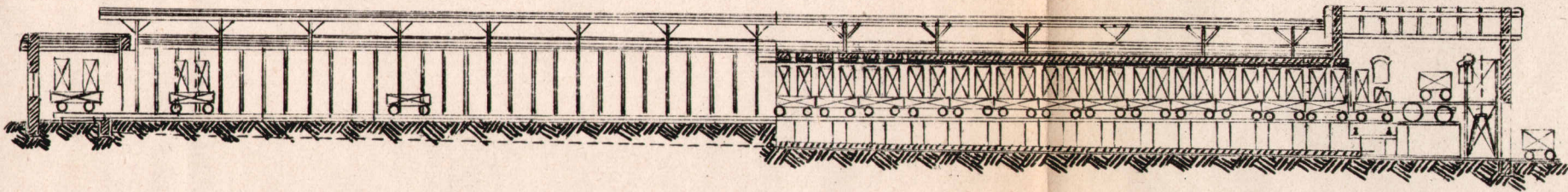


Skala 1:200.

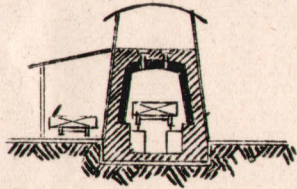
Ceramika
Tabl. 12.

PIEC KANAŁOWY (TUNELOWY)

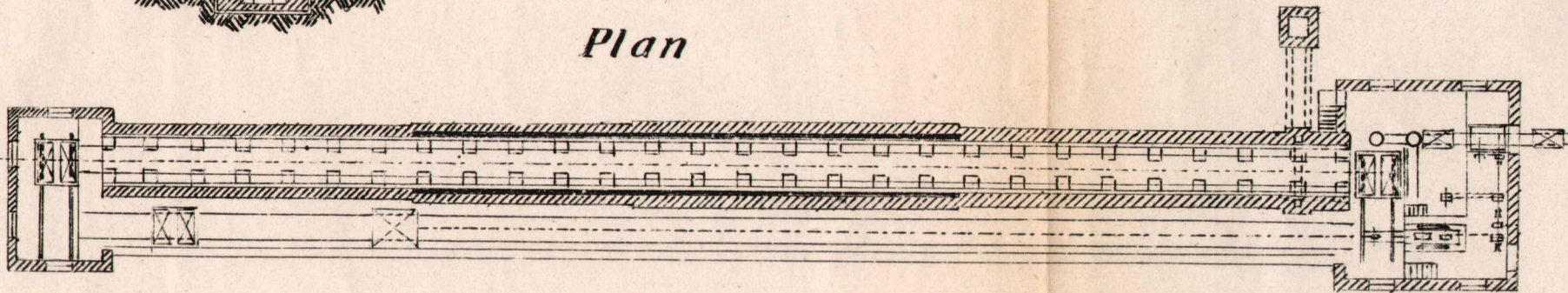
Przekrój podłużny



Przekrój poprzeczny.



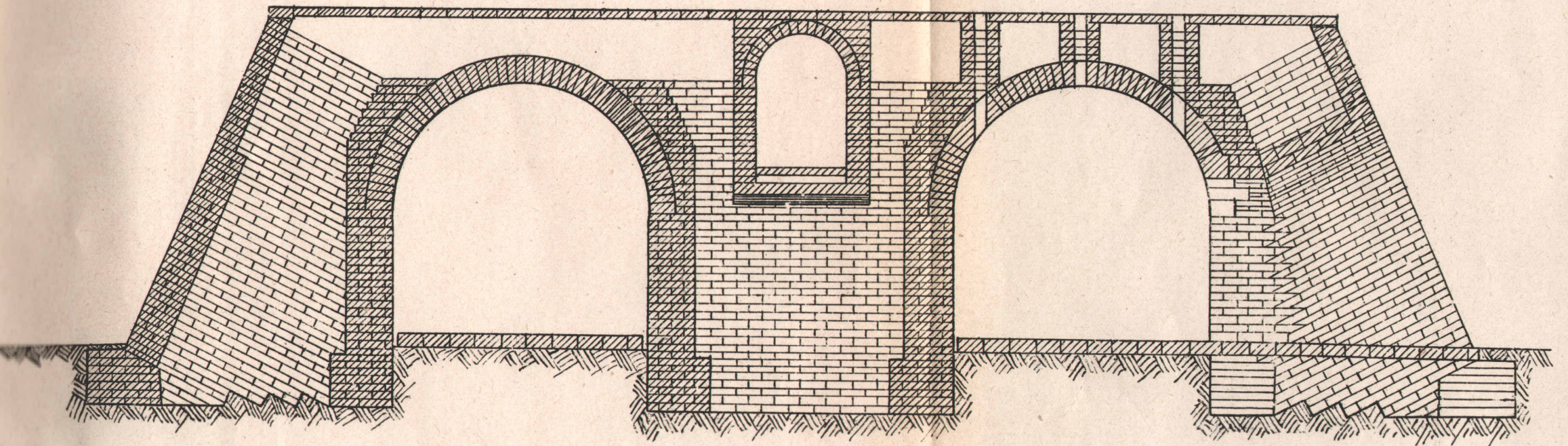
Plan



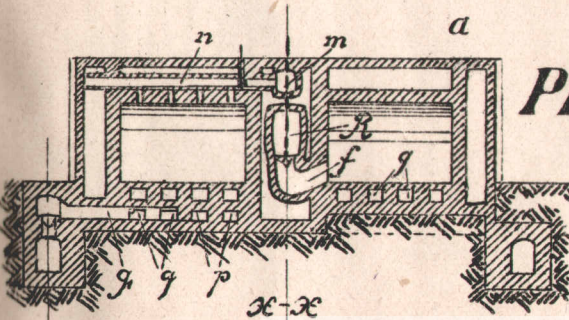
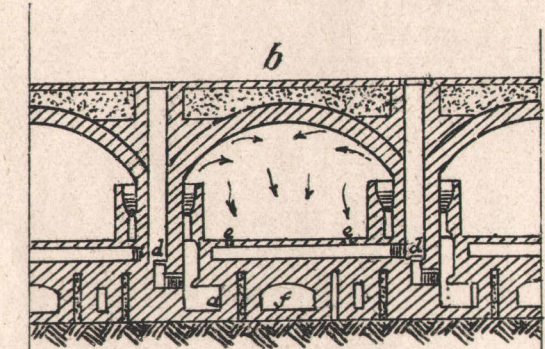
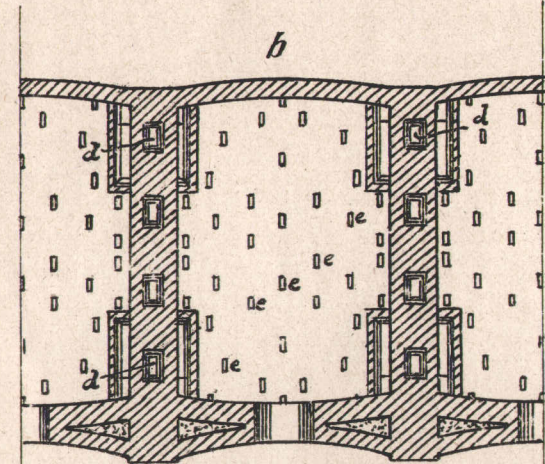
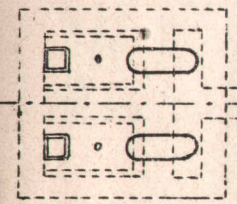
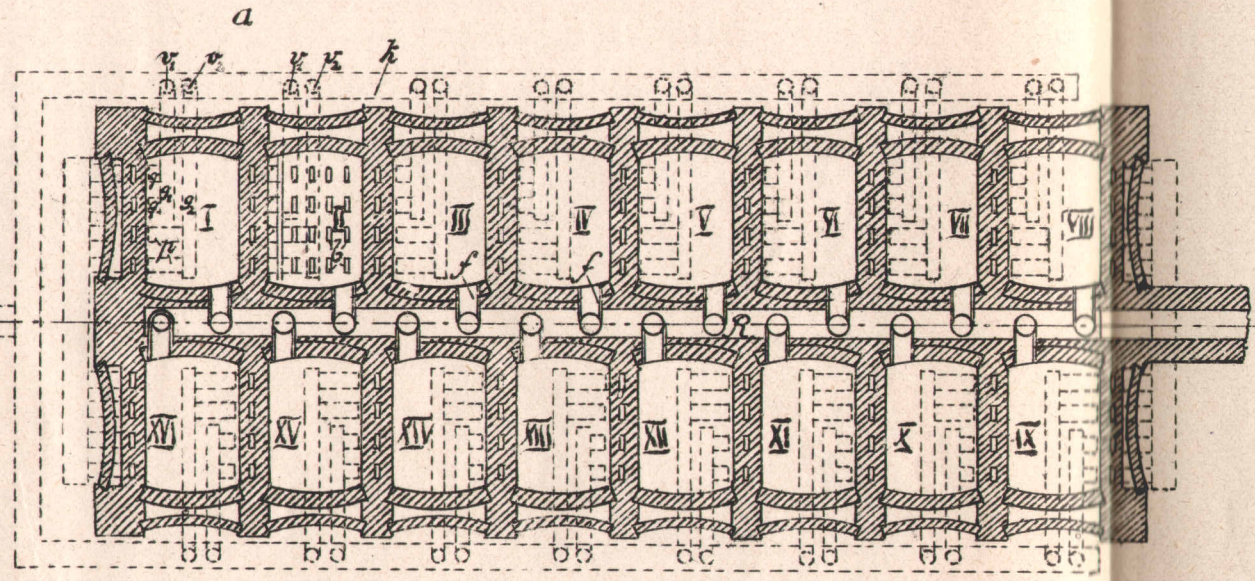
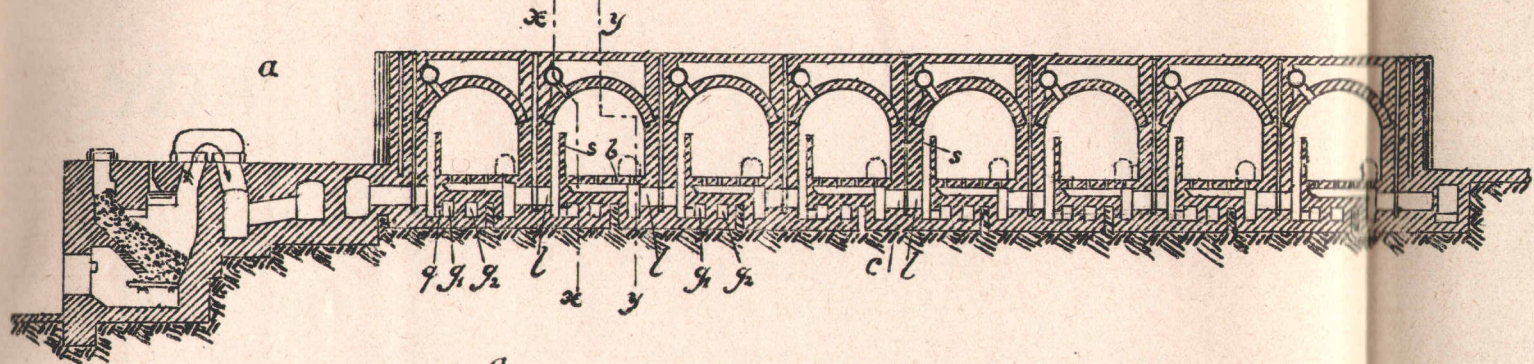
Ceramika Tbl. 13.

OBMUROWANIE PIECÓW DO WYPALANIA CEGIEŁ

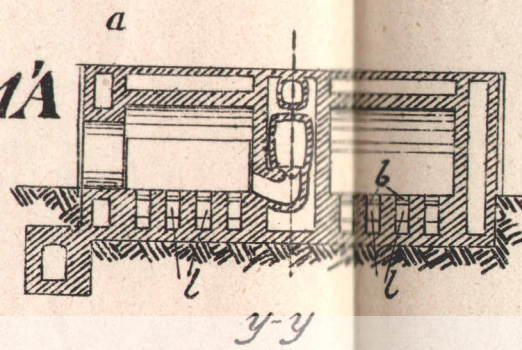
Skala 1:50



Ceramika Tbl. 14.

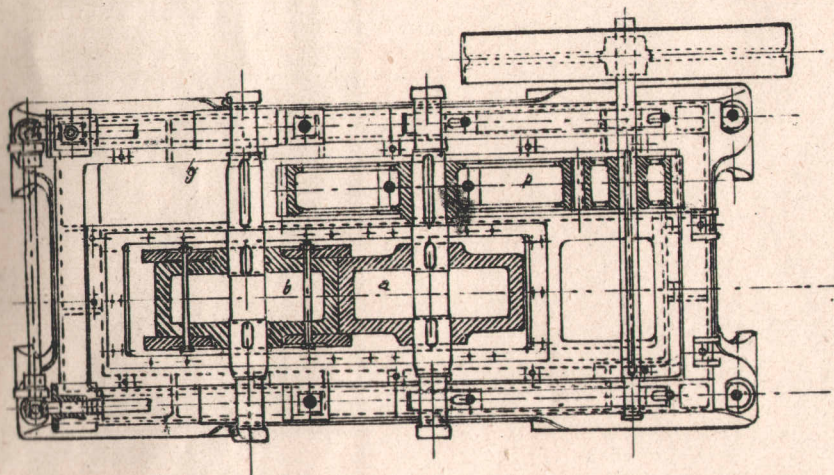
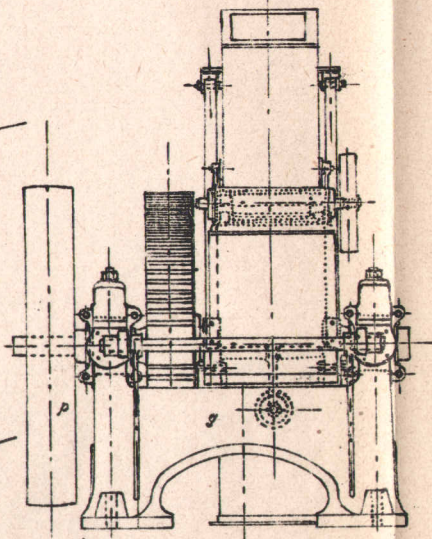
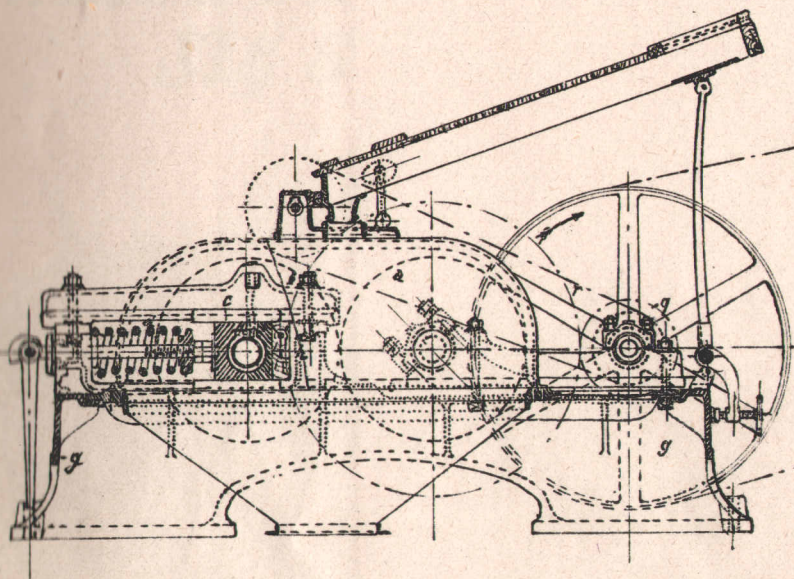


PIEC MENDHEIMA

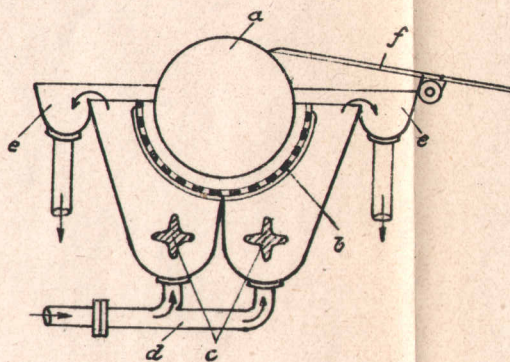


Ceramika Tbl. 15.

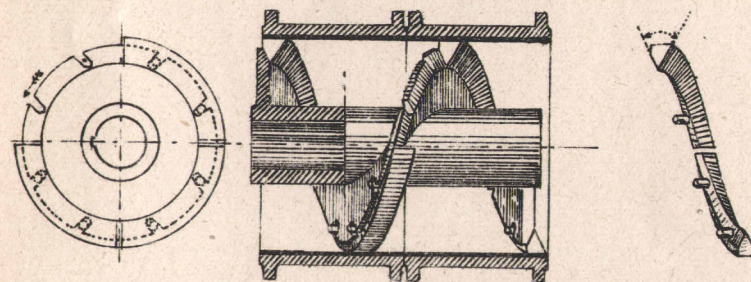
MEYN WALCOWY (WALKI)



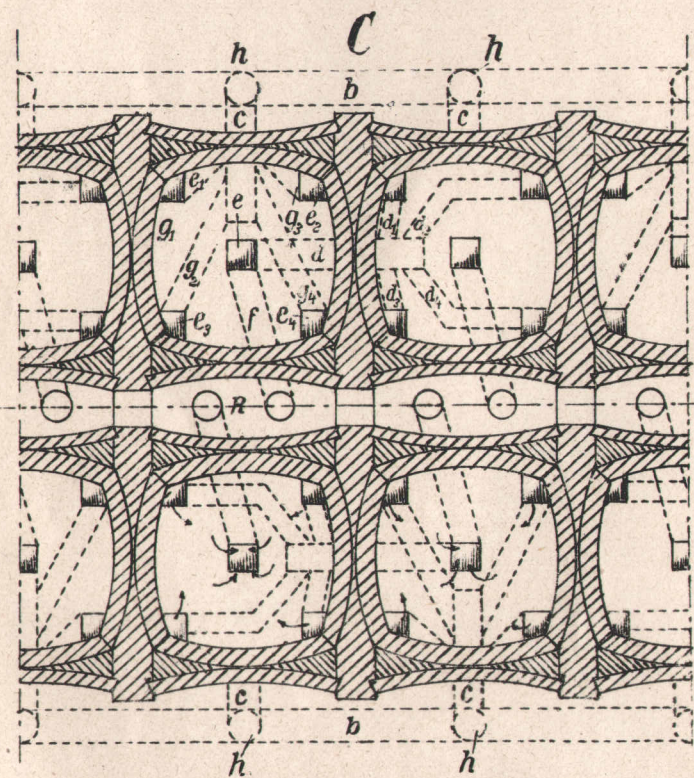
ELEKTROOSMOZA



ŚLIMAK PROF. K. ADAMIECKIEGO

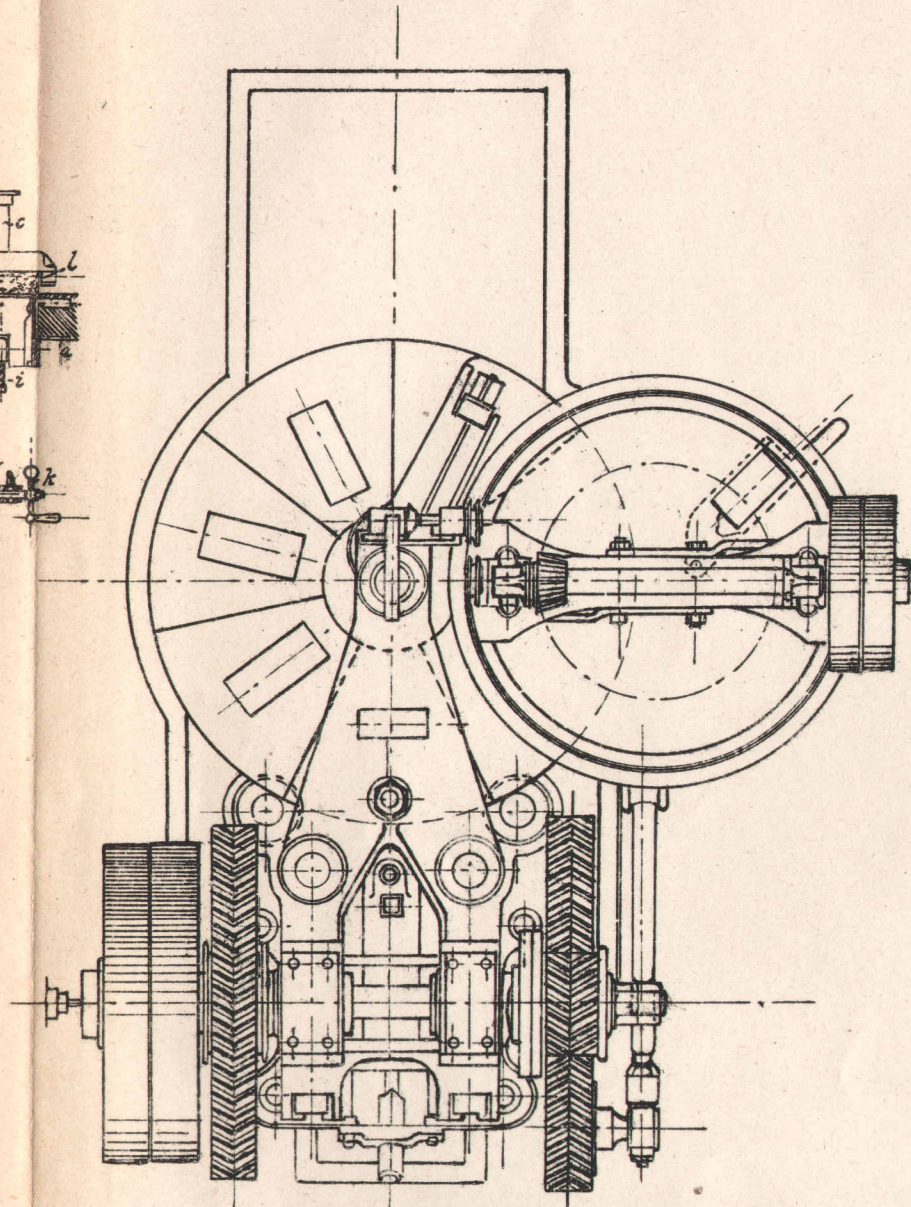
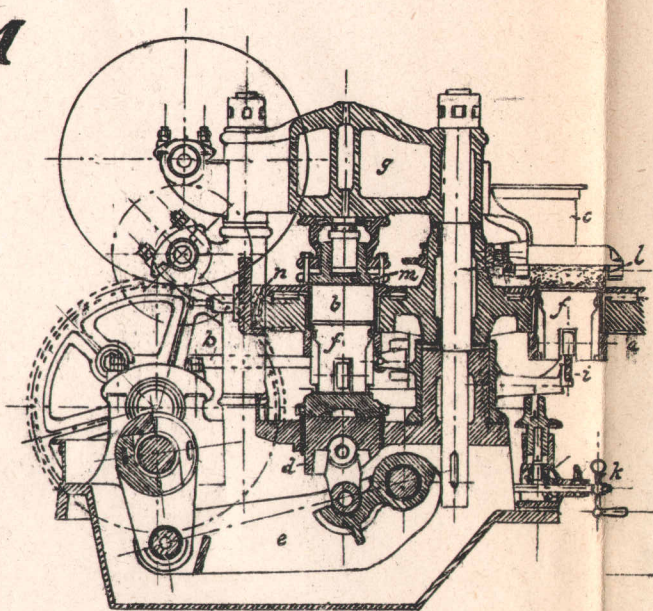
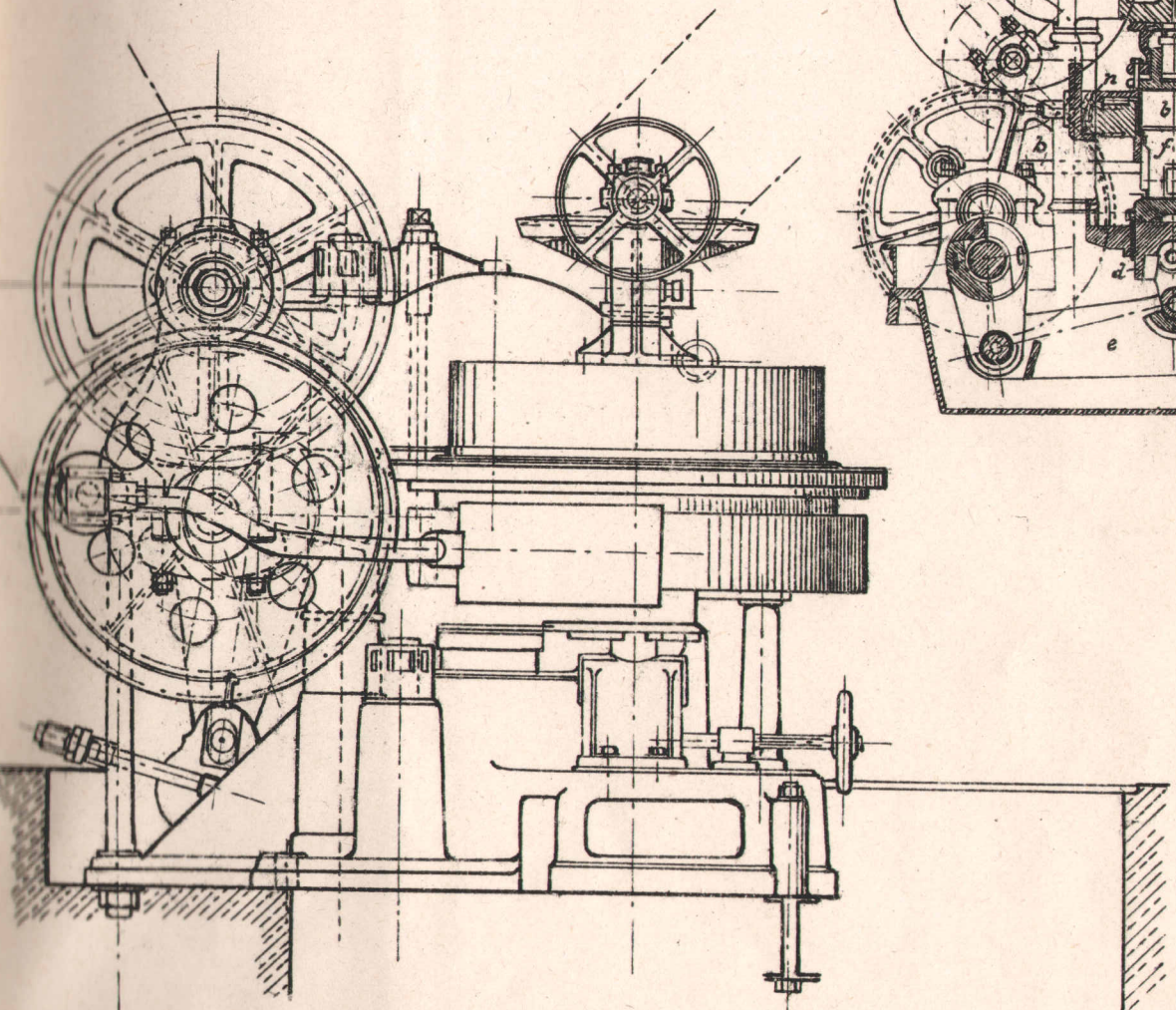


PIEC MENDHEIMA



Ceramika Tbl. 16.

PRASA Z OBRACAJĄCYM SIĘ STOŁEM



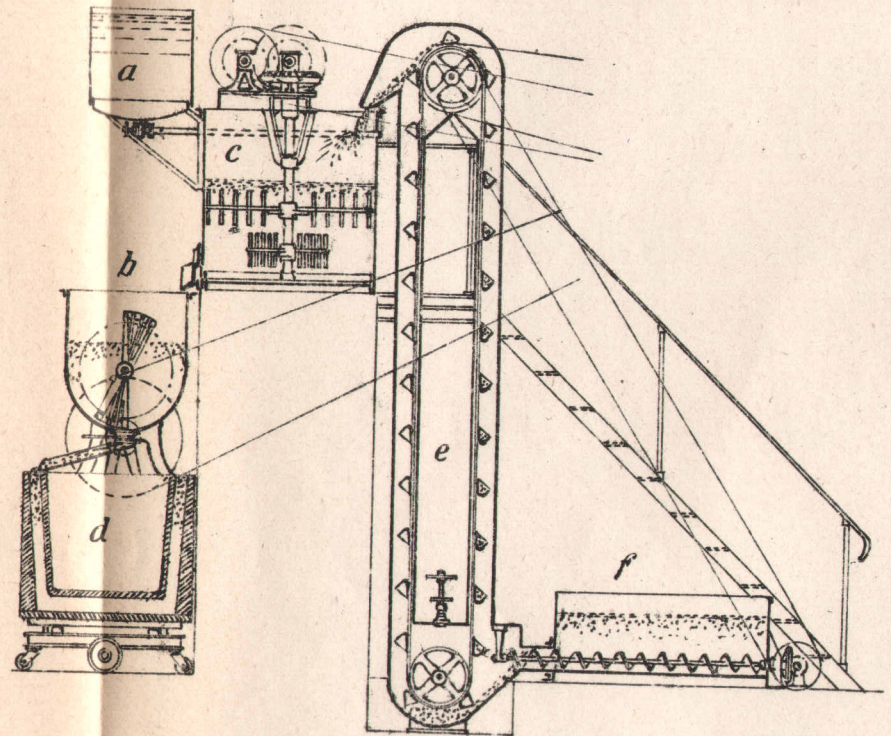
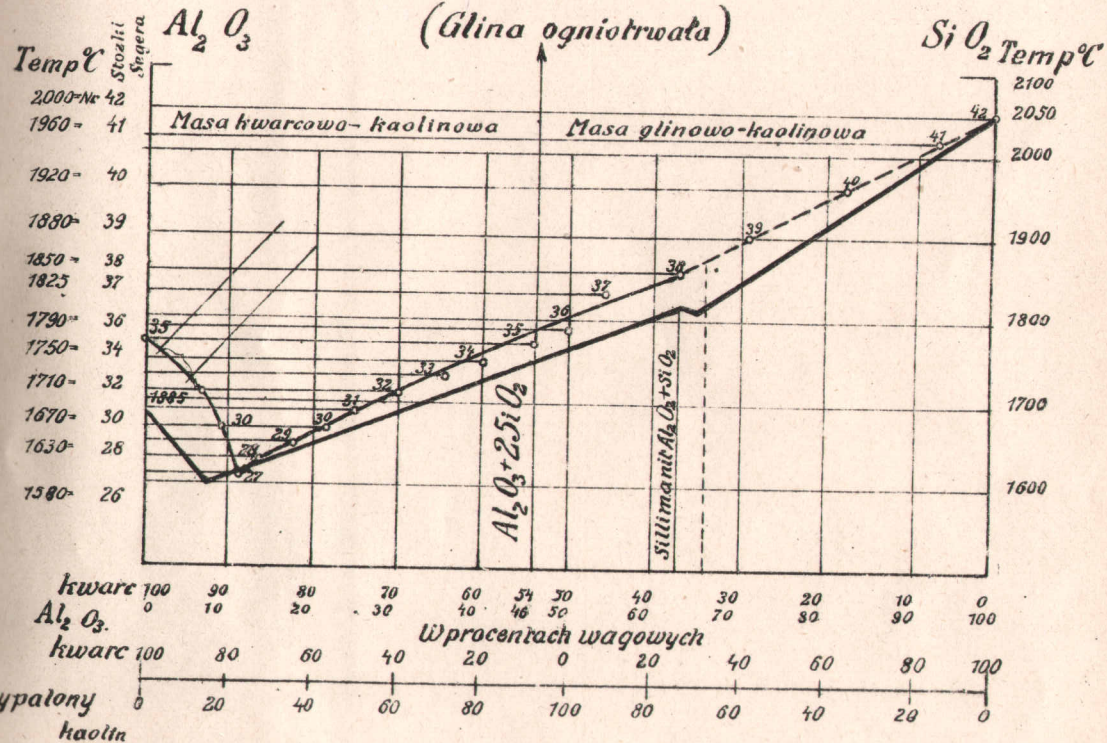
Ceramika Tbl. 17.

WYKRES TEMPERATUR TOPLIWOŚCI MIESZANIN KWARCU Z TLENKIEM GLINOWYM Pd. Prof. Endell'a

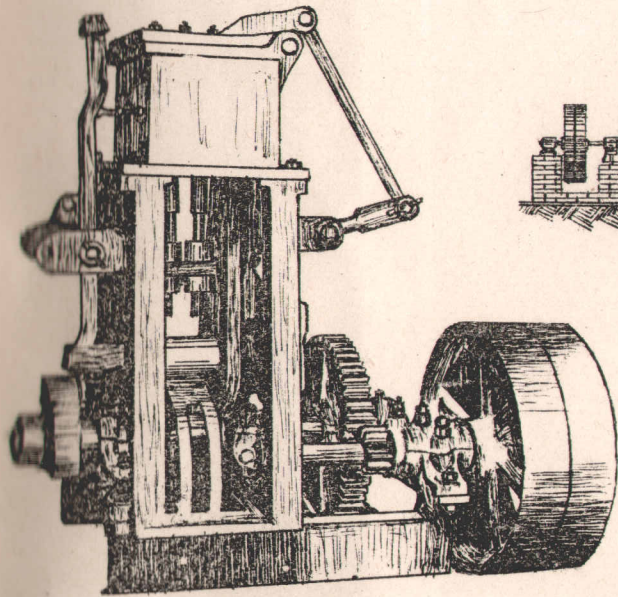
URZĄDZENIE DO ODLEWANIA WYROBÓW CERAMICZNYCH

Wypalony kaolin

(Gлина ogniotrwala)

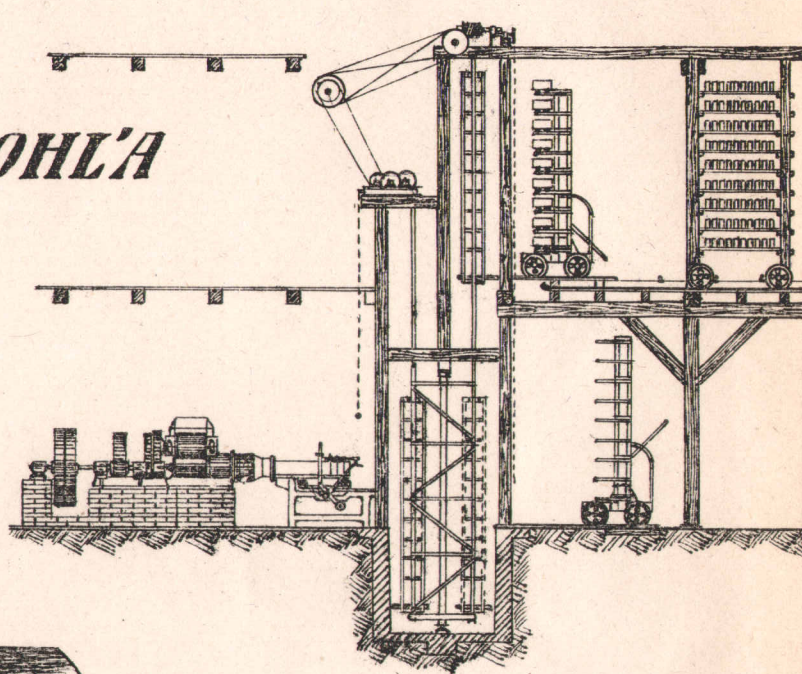


PRASA HÜTWOHL'A

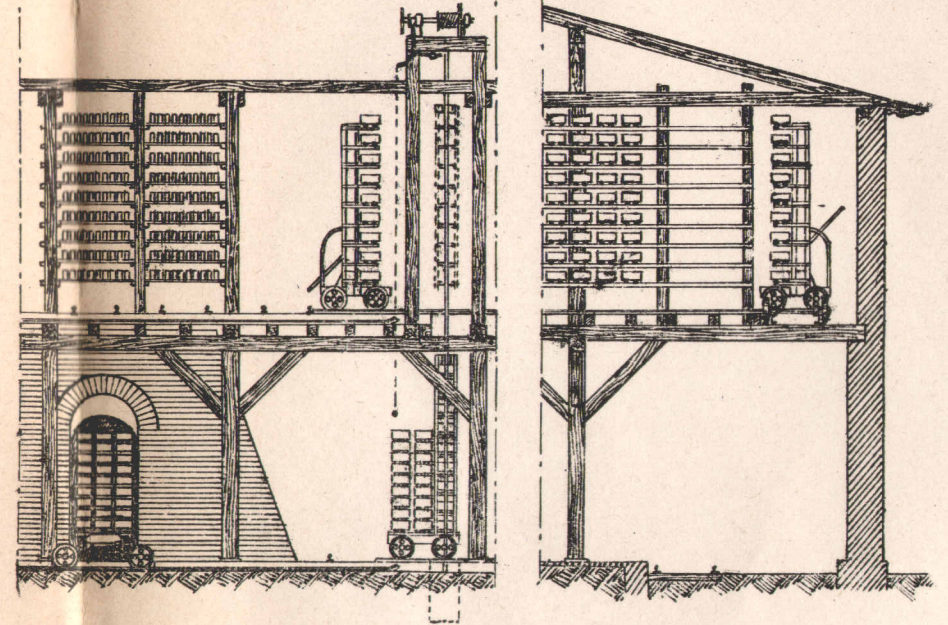


Przekrój podłużny

A



Przekrój poprzeczny

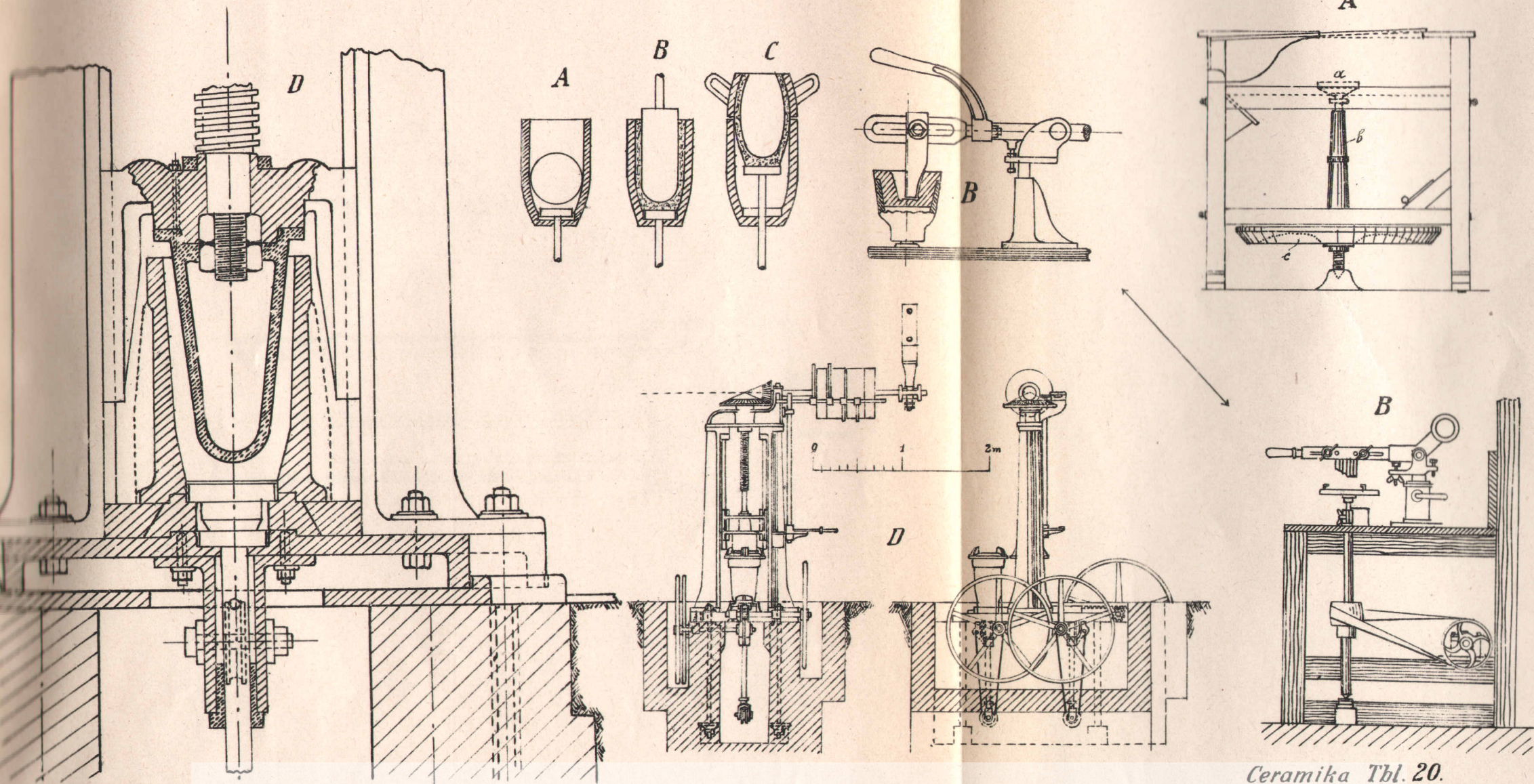


URZĄDZENIE TRANSPORTOWE DO WYROBÓW SUROWYCH W CEGIELNIACH

Ceramika Tbl. 19.

WYRÓB TYGLI

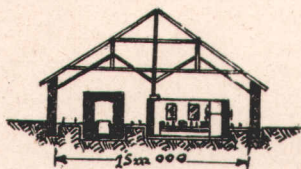
MASZyny (WARSZTATY) GARNCARSKIE



Ceramika Tbl. 20.



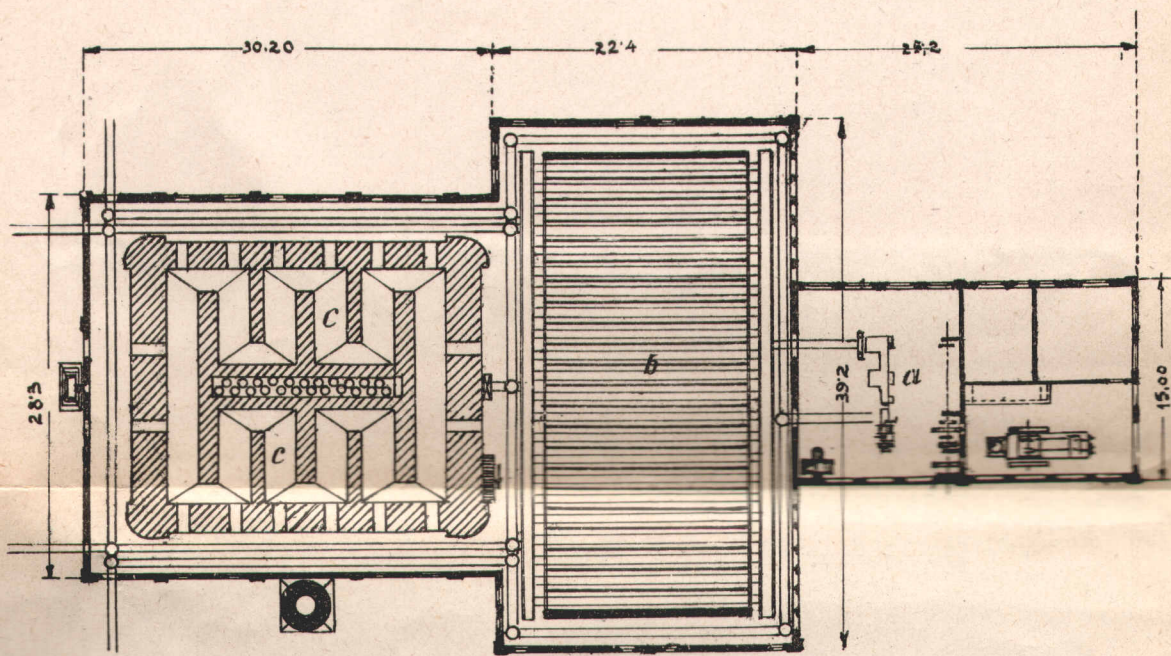
ROZPLANOWANIE CEGIELNŃ



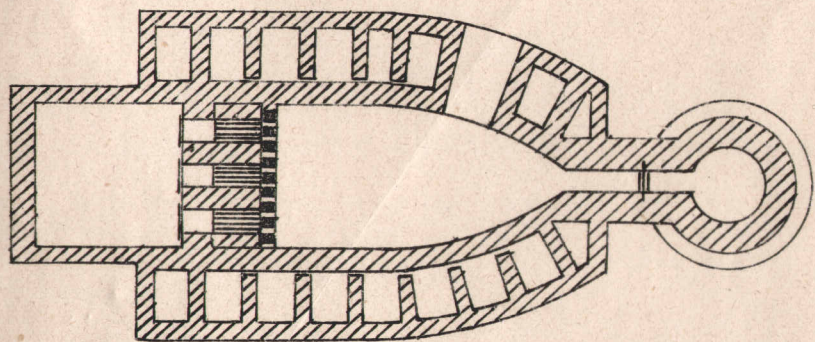
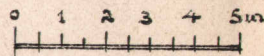
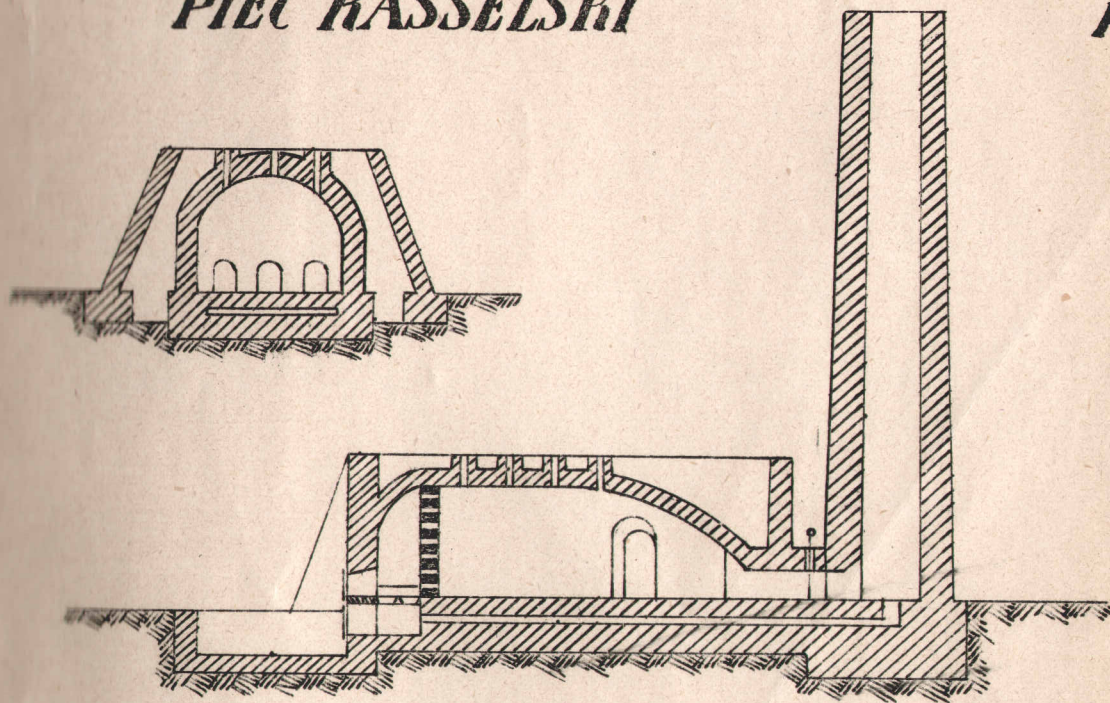
B



C



PIEC KASSELSKI



PIEC PIĘTROWY

DO WYPALANIA PORCELANY

