Publikacja ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH w Krakowie

Digitalizacja dorobku naukowo-badawczego Profesorów AG w Krakowie w l. 1919–1945
projekt dofinansowany w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki „Społeczna Odpowiedzialność Nauki"
moduł: Wsparcie dla bibliotek naukowych

Biblioteka Główna AGH w Krakowie

AGH UCZELNIA BADAWCZA

01.11.2022–31.07.2024
SONB/SP/548765/2022

Społeczna Odpowiedzialność Nauki

Ministerstwo Edukacji i Nauki

TERMIN ZWROTU

30 Czerw 1959

12 LUT 1981

1992 -01- 2.

z. 1 i 2

Akademia Górnicza Biblioteka Kraków
31700
NZB 8009
12,303

Zeszyt I i II

§.1. 1/2 szare

A/. ODLEWNICTWO POLSKIE NA TLE OGÓLNEJ HISTORJI ROZWOJU I WYMAGAŃ CHWILI OBECNEJ.-

Zeszyt I 120 str.

B/ Tworzywo (materiały formierskie)

1) Metalografia 2) żel. wysokowartość 3) Odlewy żarz 4) własności żeliwa 112 str.

Zeszyt II

Rozróżniamy trzy gałęzie odlewnictwa według stosowanych surowców do wyrobu odlewów :

Odlewnictwo metaliwa, żeliwa i staliwa.-

W ogólnej produkcji odlewów stanowią obecnie odlewy żeliwne około 94%, więc w dalszych wywodach będzie mowa przeważnie o odlewnictwie żeliwa.-

Od niepamiętnych czasów aż do wieku XIV.p.n.Chr. znano tylko odlewy z bronzu i mosiądzu.- Około roku 1350 w dorzeczu Renu albo w okolicy Leodjum w Belgji powstał pierwszy piec wielki i odlewnictwo żeliwa wzięło w tym czasie swój początek.- Wprawdzie od niedawna spotyka się zdania, że chińczycy już przed dwoma tysiącami lat znali żeliwo, stosując do wytapiania żeliwa z rud małe " wielkie piece " wysokości 2 m o średnicy 500 mm u dołu, dające dziennie 500 kg żeliwa, tak jak to jeszcze dzisiaj robią.- Następnie wynikałoby z Iljady Homera, że starzy grecy już także znali odlewy, a mianowicie w przekładzie Iljady Jana Czubka spotykamy na str. 475 i 476 następujący wiersz :

" Nuże sił popróbujcie i o tę nagrodę :
" Maszli kawał do miasta drogi od zagrody
" Z tego będziesz żelaza miał pięć lat wygody
" Bo ci przez ten czas własnej potrzebie dogodzi
" I ni pastuch ni rataj do miasta nie chodzi.-

Z wiersza tego wynika, że krąd żelaza ważący około 20 kg wystarczył dla wieśniaka greckiego na lat pięć.- Zdaje się,

że ten krąg był żelazem kutem, z którego można było wyrabiać różne narzędzia, lecz niżej czytamy wyraźnie :

" Po nim mężny Leontej rzuci krążek lany " następnie :

" Żerwą się Pelipojta mężnego kompany

" I do drążonej łodzi zaniosą krąg lany ".-

Mowa więc tu wyraźnie o odlewie.- Wnioskować by to należało i z następnych wierszy, które w przeciwstawieniu do krążka lanego mówią o " żelestwie " :

" Zaś dla strzelców żelastwa stawia siny szereg

" Dziesięć wielkich berdyszów i dziesięć siekierek ".-

Mimo tych dowodów większa część historyków żelaza twierdzi, że w starożytności żeliwo nie było znane.-

Co do staliwa to znane jest ono od roku 1851, w którym Jakób Mayer w Bochum wykonał pierwszy odlew staliwny : duży dzwon i który wystawił w Paryżu na wystawie światowej w r.1855.-

Jeżeli przyjmiemy, że żeliwo poznano dopiero w w.XIV po n.Chr., kiedy to wynaleziony został wielki piec, to słusznie ten ostatni nazwać można ojcem nowoczesnego odlewnictwa.- Wynalazek pieca wielkiego jest przypadkiem.- Jakiś hutnik, wytapiający bezpośrednio z rudy żelazo kute powiększył w celu osiągnięcia wyższej produkcji wysokość dymarki ogniskowej i zastosował do poruszania miechów dostarczających wiatr koło wodne.- Przez powiększenie temperatury w piecu żelazo wytopione z rudy mogło się nawęglić i przez nawęglenie obniżyć punkt topnienia, tak, że wyciekło z pieca w stanie płynnym a nie pozostało, jak dotąd, na spodzie pieca w postaci bryły.- To płynne żeliwo po wystygnięciu ku wielkiemu zmartwieniu hutników nie dało się kuć i było zupełnie kruche.- Żelazo to nazwano " żelazem zepsutem ", obdarzając je pogardliwemi nazwami / w Niemczech : Dreckeisen, w Anglji : Pig - Iron, która to nazwa jeszcze do dziś dnia określa surowiec żelaza /.-

Na szczęście technika odlewnicza była już wówczas wysoko rozwinięta, tak, że nie trudno było znaleźć zastosowanie dla żeliwa.- Nieznany pierwszy formierz wykonał formę i pierwszy odlew: kulę armatnią.- Piec wielki szybko się rozpowszechnił i służył pierwotnie wyłącznie do wytapiania z rudy surowca odlewniczego, który używano bezpośrednio do wyrobu odlewów / odlew z rudy, albo odlew pierwszego topienia /.-

Ponieważ dawniej piece wielkie zawsze połączone były z odlewniami, uważać należy datę założenia pieca wielkiego za początek odlewnictwa w danej miejscowości.-

W Polsce pierwszy wielki piec powstał za króla Jana Sobieskiego na dobrach biskupa krakowskiego około 1680 r.- W Bzinie przebudowano w r.1700 dymarkę na półwielki piec.- Powstały wielkie piece i odlewnie w Ząbkowicach / 1725 /, w Stąporkowie /1738/, w Parczowie / 1748 /, w Mostkach / 1759 /.-

Na początku 19.stulecia powstawały nowe zakłady wielkopiecowe np. w Ostrowcu w r.1837.- Wszystkie te piece pędzone były na węglu drzewnym.- W Małopolsce i na Śląsku powstało w czasie od r,1753 do 1850 na lesistych stokach Beskidu i Karpat około 25 wielkich pieców, np. w Trzyńcu / 1836 / / Śląsk Czeski /,w Ustroniu / 1870 /, w Węgierskiej Górce / 1838 /, na Górnym Śląsku, we wsi Mała Panew / 1753 /.-

Zadaniem wszystkich tych pieców w Beskidach i Karpatach nie było wyłącznie wytapianie surowca odlewniczego, lecz przedewszystkiem zużytkowanie bogatego drzewostanu, dla którego z powodu braku kolei nie widziano innego sposobu zużycia.-

W Rosji w r.1699 kazał Piotr Wielki wybudować w Newjańsku hutę żelazną z odlewnią i oddał ją w zarząd Nikicie Demidowowi.- Za czasów Katarzyny było na Uralu 2270 fabryk zatrudniających 100.000 robotników.-

Zakłady wielkopiecowe w Małopolsce z biegiem czasu zostały wszystkie zaniechane z powodu wybudowania kolei żelaznej, która umożliwiała wysyłkę drzewa w stanie surowym.- Najdłużej utrzymał się w Małopolsce piec wielki w Węgierskiej Górce, bo do r.1905.- Na miejscu dawnych wielkich pieców istnieją do dziś dnia gdzieniegdzie odlewnie nazywane hutami, chociaż w rzeczywistości niemi nie są.-

Ważnym dla historji odlewnictwa wypadkiem był wynalazek koksowania węgla kamiennego ; kiedy bowiem zaczęły się ważyć losy żelazohutnictwa angielskiego, kiedy groziła mu wprost zagłada z powodu coraz dotkliwszego braku drzewa, uruchomił w r.1735. A.Darby sen. pierwszy wielki piec na koksie.- Piec wielki, pędzony na koksie, rozpoczął swój wprawdzie powolny, ale zwycięski pochód po całym świecie.- Na kontynencie europejskim wybudowany został pierwszy piec wielki, pędzony koksem, w Gliwicach / 1796 /.- W następnym roku / 1797 / powstał drugi taki piec w Chorzowie Królewska Huba.- Dzisiaj piece wielkie, pędzone na węglu drzewnym są rzadkością.-

Surowiec wytapiany na koksie nie nadawał się bezpośrednio tak dobrze do celów odlewniczych, jak surowiec wytapiany na węglu drzewnym, ponowne przetapianie w piecach płomiennych albo w kopułkach czyniło go zdatnym do użytku / odlewy drugiego topienia/.-

Odlewnictwo żelaza wstąpiło w nową fazę rozwoju, nie było od tej pory przykute do zakładów wielkopiecowych i rozwijało się odtąd samodzielnie.-

Pierwotnie była ilość gatunków odlewów bardzo ograniczona : kule armatnie, piece, czopy kół wodnych, płyty, krzyże, słupki, poręcze, odlewy artystyczne i t.p. stanowiły jedyny program wszystkich dawnych odlewni.-

Rozwój techniki, zapoczątkowany wynalazkiem maszyny parowej Watta i lokomotywy Stephensona, postawił odlewnie przed

nowemi trudnemi zadaniami.- W uprzemysłowieniu krajów odlewnictwo rozpoczęło odgrywać dużą rolę i coraz więcej zyskało poważania, gdyż wiedziano, że dalszy postęp techniki w dużej mierze zależy od dostosowania się odlewnictwa do nowych wymagań.-

Odlewnictwo wymaganiom tym sprostowało pod względem odlewniczo - technicznym.-

Na końcu wieku 18. istniały w Europie trzy duże odlewnie, w których koncentrowała się cała wiedza techniki odlewniczej; w Anglji największa odlewnia była w Coal Broockdale, gdzie rodzina Darby'ów stosowała żeliwo do wyrobu coraz innych przedmiotów wyrabianych dotąd z drzewa / szyny kolejowe, części mostów/.- W roku 1704 w Coal - Broockdale zastosował A.Darby sen.pierwszy raz piasek do wyrobu form, zamiast dotąd używanej masy wzgl.gliny.-

Drugi ośrodek odlewnictwa powstał w miejscowości Carron w Szkocji, słynnej z tego, że tam odlany został pierwszy cylinder maszyny parowej Watta.- Z huty w Carron przyszedł inżynier Baildon na Górny Śląsk, zaproszony przez hrabiego Redena do wybudowania pierwszego wielkiego pieca na koksie w Gliwicach.- Po nim istnieje dotąd na Górnym Śląsku Huta Baildona.-

We Francji w Le Creuzot powstała także nowoczesna odlewnia naturalnie połączona z zakładem wielkopiecowym, który to zakład dotąd tam istnieje.-

Wszystkie te odlewnie były wzorowymi zakładami i od nich rozpowszechniała się wiedza odlewniczo - techniczna po całej Europie.-

Jak przedtem powiedziałem, odlewnie te pod względem odlewniczo - technicznym stały bardzo wysoko, ale koszta produkcji odlewów były naówczas bardzo wysokie.- Dzisiaj już to nie wystarczas.- Nie rozchodzi się dzisiaj tylko o to, wykonać odlew, ale wykonać odlew najlepszy, najszybciej i najtaniej.- Postulat ten

zaprzęga naukę do służby w odlewnictwie, prowadzi do masowej produkcji i do wszechstronnej organizacji pracy w przedsiębiorstwie odlewniczem.-

B/. ORGANIZACJA PRACY W PRZEDSIĘBIORSTWACH ODLEWNICZYCH.

W Ameryce ustalone zostały nowe zasady pędzenia odlewni.- Najdalej posunięte zmechanizowanie pracy, najdalej posunięty podział pracy, prowadzące ostatecznie do t.zw. " roboty płynącej ", stał się tam hasłem wszystkich odlewników.- W Europie, a tem mniej u nas w Polsce, nie wolno iść ślepo za temi hasłami, ale w każdym razie powinniśmy je uwzględniać stosownie do naszych warunków.-

Najlepsza praca techniczna i najlepsza jakość wyrobów musi dobrze w kierowanej odlewni iść w parze z najdokładniej prowadzoną rachunkowością i księgowością, ujmującą należycie wszelkie dane, potrzebne do kalkulacji kosztów własnych.- Nowoczesna " nauka o gospodarce ruchu przedsiębiorstw " podaje wytyczne, któremi odlewnie nasze winne się kierować.- Kalkulacja powierzchowna, nie oparta na ścisłej rachunkowości, prowadzi odlewnię wcześniej czy później do ruiny.- Na zachodzie w Niemczech, Francji, Belgji i t.d. powstały różne organizacje, które starają się o potrzeby odlewnictwa pod względem zawodowo - technicznym, jakoteż pod względem gospodarczym i handlowo - finansowym.- Wydano tam przedewszystkiem normy kalkulacyjne, zabezpieczające nawet mniejsze odlewnie od strat spowodowanych niedobrze prowadzoną rachunkowością.- Czasopisma techniczno - zawodowe, jakoteż handlowo - gospodarcze rozpowszechnione są zagranicą i umożliwiają technikom, jakoteż kierownikom odlewni zapoznawanie się szybko z wszelkim postępem technicznym i gospodarczym.-

Przedstawię w krótkich słowach w jaki sposób zorganizo-

wało się tam odlewnictwo :

1/. We Francji istnieje organizacja gospodarcza Syndicat Général de Fowdeurs de Fer de France, Paris, Rue Bleue Victoire 8 i organizacje zawodowo - techniczne : Association Technique de Fonderie, Paris 9e., Rue Bleue 15 i Association Amical et Mutuelle de Fonderie, Paris X^{e}, Rue de Lancry 10.- Czasopisma: La Fonderie Moderne, Paris, Rue Bleue 15, i Revue de Metallurgie, Paris 49, Quai des Augustins.-

2/. Anglja.- Organizacja gospodarcza i zawodowo - techniczna pod nazwą The Institute of British Foundrymen, London WC 2, 49 Wellington Street, Strand.- Jej organem jest dwutygodnik Foundry Trade Journal.- Organizacja naukowa, założona w roku 1921, British Cast Iron Research Association, Birmingham, której zadaniem jest naukowe badanie odlewnictwa żeliwa i staliwa.- Organizacja ta pracuje w porozumieniu z Iron and Steel Institute.- Oprócz tego istnieje siedem lokalnych związków odlewników.-

3/. Ameryka.- Związki gospodarcze :

1/. Natonial Founders Association, Chicago Ill.-

2/. Steel Foundry Society of America, Pittsburg.-

3/. Ohio State Foundrymens Association, Cleveland, Ohio.-

4/. American malleable Castings Association, Cleveland,Ohio.-

Organizacja naukowa techniczna :

American Foundrymens Association, zał.1896. urządza corocznie kongresy razem z Institute of Metalls / przedtem Brass - founders Association / tworzącym grupę w American Institute of Mining and Metallurgical Engineers ".- Kongresy te stanowią oś zainteresowania się odlewników sprawami odlewnictwa w Półn.Ameryce.- Odczyty wygłaszane na kongresach drukowane są w roczniku p.n. " Transactions of the American Foundrymens Association ".- Dwutygodnik " The Foundry ", wydawany przez " Penton Publiching Company w Cleveland"

jest tylko w luźnym związku z powyżej wymienioną organizacją.-

4/ Niemcy.- Związek gospodarczy centralny " Verein Deutscher Eisengiessereien ", Düsseldorf, obejmujący 17 grup lokalnych.- Związek zawodowo - techniczny " Verein Deutscher Giessereifachleute " / 8 grup lokalnych /.- Związki zawodowo - techniczne i naukowe :

a/. " Giessereiberatung G.m.b.H. " .- Cel : porady z techniki cieplnej ogólno techniczne i gospodarcze.-

b/. " Technischer Hauptausschuss für Giessereiwesen ", którego zarząd składa się z reprezentantów następujących związków :

" Verein Deutscher Eisengiessereien "
" Verein Deutscher Eisenhüttenleute "
" Verein Deutscher Giessereifachleute "
" Verein Deutscher Stahlformgiessereien "
" Gesamtverband Deutscher Giessereien ".-
" Verband Deutscher Tempergiessereien ".-

c/." DINA Giesserei - Normenausschuss ".-

Związki handlowe.-

" Abflussrohr - Syndikat "
" Dachfenster - Verkaufsvereinigung "
" Deutscher Gussrohrverband "
" Vereinigte Walzengiessereien "
" Gussmaille - Ausfuhrverband "
" Radiatoren - und Kesselverkaufsvereinigung "
" Spülkastengiesserei - Vereinigung "
" Verband Deutscher Herdfabrikanten "
" Vereinigung Deutscher Eisenfenfabrikanten "

i inne.-

Widzimy, jak wszechstronnie zajmuje się zagranica zagadnieniami odlewnictwa i jak u siebie odlewnictwo zorganizowała.-

Aby uzasadnić potrzebę zorganizowania odlewnictwa w naszym kraju, zapoznać się musimy z obecnym stanem odlewnictwa polskiego i przedstawić powinniśmy jego znaczenie gospodarcze.- Pobieżny zestawiony wykaz z zakładów odlewniczych, zatrudniających więcej niż 5 robotników, obejmuje ogółem ponad 300 odlewni.- Największa część odpada na odlewnie żeliwa zwykłego, reszta na odlewnie żeliwa kutego, staliwa i metaliwa.- Przeważająca część odlewni żeliwa połączona jest bądź z zakładami hutniczemi, bądź z fabrykami maszyn.- Posiadym 3, jak na nasze stosunki duże odlewnie z produckją roczną ponad 10000 tonn, kilkadziesiąt odlewni średnich, produkujących rocznie więcej niż 1000 tonn, reszta to odlewnie małe.- Są między niemi takie, których roczna produkcja wynosi 100 - 150 tonn.-

Pod względem programu pracy rozróżniamy 3 rodzaje odlewni, takie które pracują wyłącznie na sprzedaż, potem takie, które wykonują odlewy wyłącznie dla własnych potrzeb, / odlewnie połączone z hutami względnie fabrykami maszyn / i odlewnie mieszane, pracujące na sprzedaż i dla własnych potrzeb.-

Niestety mało mamy odlewni o programie jednolitym, gdyż przeważająca część wykonuje odlewy różnego gatunku od najmniejszych, ważących mniej niż 1 kg, do największych, ważących nawet 5 tonn.- Ta niejednolitość odlewów stoi w dużym stopniu na przeszkodzie racjonalnego prowadzenia odlewni.-

Niektóre fabryki maszyn zaniechały w ostatnim czasie pędzenia własnej odlewni i zamawiają potrzebne im odlewy w odlewniach obcych, poświęcających się prawie wyłącznie wyrobowi odlewów maszynowych.- Jest to ruch zdrowy i korzystny dla ekonomji ruchu tak fabryk maszyn, jakoteż odlewu.- Odlewnia specjalna dać może tańsze i przedewszystkiem lepsze odlewy,niż odlewnia wegetująca często w roli kopciuszka przy fabryce maszyn lub przy zakładzie hutniczym.-

Według sposobu użycia dzielą się odlewy na 2 duże grupy charakterystyczne : na odlewy zdatne do bezpośredniego użytku i na odlewy przeznaczone do budowy maszyn i przyrządów.- Do pierwszej grupy należą przedewszystkiem odlewy handlowe i garnki / stanowiące wprost artykuł pierwszej potrzeby /.- Pod odlewami handlowemi rozumiemy zwykłe chwyty kuchenne, ramy, ruszty do pieców kuchennych, piecyki, drzwiczki do pieców, zlewy kuchenne, wanienki, kociołki i t.d.- Do grupy drugiej należą przedewszystkiem odlewy maszynowe i odlewy budowlane.- Stosunek wagowy tych 2 grup odlewów odzwierciadla stopień uprzemysłowienia kraju.- W Niemczech np. wynosi stosunek odlewów pierwszej grupy do odlewów drugiej grupy 0,08 / rok 1924 /.- U nas stosunek ten z powodu stosunkowo mało uprzemysłowionego stanu wynosi mniej więcej 1.-

Ogólna ilość wyprodukowanych rocznie odlewów wynosiła w Polsce w r.1928 - 300000 tonn.- Produkcja ta jest w porównaniu z produkcją odlewniczą w innych krajach nie bardzo duża, ale w każdym razie ma duże znaczenie gospodarcze już dzisiaj i będzie miała w najbliższej przyszłości jeszcze większe znaczenie, gdyż przyjąć można z całą pewnością, że przy dalszym rozwoju stosunków gospodarczych w naszem Państwie zapotrzebowanie odlewów wzrośnie przynajmniej 2-krotnie.- Dla porównania podam, że produkcja odlewnicza we Francji wynosi około 2000000 tonn, a w Niemczech wynosiła ona w r.1926 1923000 tonn i zatrudniała 141582 robotników, t.j. licząc 4 głowy na robotnika, prawie 1% całej ludności Rzeszy Niemieckiej.-

Ciekawy jest stosunek produkcji surowca odlewniczego do ogólnej produkcji surowca żelaza, np. w Ameryce w r.1927 stosunek ten wynosił :

$$\frac{5,648.867}{36,431.964} \cdot 100 = 16\%$$

Czechosłowacja r. 1927 :

$$\frac{188.562}{1,289.432} \cdot 100 = 15\%$$

Francja 1927 :

$$\frac{1,573.000}{9,283.000} \cdot 100 = 17\%$$

Anglja 1927 :

$$\frac{1,918.818 + 135.839}{7,224.269} \cdot 100 = 29\%$$

Polska 1927 :

$$\frac{175.905}{617.432} \cdot 100 = 28\%$$

Niemcy 1925 :

$$\frac{2,254.905}{10,176.699} \cdot 100 = 22\%$$

Możemy więc z ogólnej produkcji surowców wnioskować o wysokości produkcji odlewów w przybliżeniu.-

Przy obliczeniu wysokości produkcji odlewów należy uwzględnić fakt, że nie z samej surówki wykonujemy odlewy, lecz stosujemy znaczną ilość złomu.- Przyjmując, że Polska nic nie eksportowała surówki odlewniczej, lecz zużyła ją w całości w kraju, przyjmując dalej, że zawartość surówki w mieszaninie wynosi około 60% to otrzymamy z równania :

$$\frac{175.905 \cdot 100}{60} = 293.170 \text{ tonn}$$

Jeżeli przyjmiemy, że w bliskim czasie wytwórczość odlewni polskich podniesie się do cyfry 400000 tonn rocznie t.j. 13 kg na głowę mieszkańca, to otrzymamy, licząc przeciętną wytwórczość roczną na 1 pracownika, zatrudnionego w zakładzie odlewniczym w wysokości 15 tonn

$\frac{400000}{15}$ = 26.600 pracowników.-

Na jednego pracownika wypada około 4 głowy, ilość ludności utrzymująca się z pracy w odlewnictwie wynosi ogółem 106.400 głów, t.j. około 0,33% ludności polskiej.-

Zważywszy jeszcze, że do wyrobu 400000 odlewów potrzeba około 250000 tonn surowca, 150000 tonn złomu i żelastwa, 100000 tonn koksu, 12000 tonn wapienia i 100 - 200000 tonn węgla i dużo innych materjałów pomocniczych, wymagających do wyrobu dużej ilości rąk roboczych, śmiało twierdzić można, że z odlewnictwa żyje w Polsce około 150000 osób, t.j. 0,5% całej ludności.-

Wartość 400000 tonn odlewów wynosi, licząc przeciętnie 500 zł. za tonnę zł. 200000000, więc prawie 10% całego budżetu Państwa.- W tych dwóch cyfrach : 0,5% ludności i 10% budżetu Państwa odzwierciadla się wyraźnie duże znaczenie gospodarcze odlewnictwa w Polsce.-

Te cyfry świadczą i uzasadniają konieczną potrzebę zajęcia się sprawami odlewnictwa, a to także z tego powodu, że przemysł odlewniczy jest w całem tego słowa znaczeniu przemysłem rodzimym, gdyż przetwarza krajowy surowiec, zapomocą przeważnie krajowego koksu i węgla.-

Widzimy, że konsolidacja stosunków gospodarczych w naszem Państwie z dniem każdym postępuje naprzód.- To też wymagania stawiane odlewnictwu będą przy dalszem uprzemysłowieniu w kraju coraz większe.- Należy odrobić stopniowo nie tylko zaległości powstałe wskutek długiej wojny, lecz nie mniej zaniedbania z czasów przedwojennych.- Roboty na każdem polu dużo.- Tam, gdzie jest robota, jest i zarobek.- Zarobki zaś podnoszą siłę konsumcyjną ludności, która pociąga za sobą powiększenie produkcji i zarobków z ich konsekwencjami.- Koło życia gospodarczego puszczone raz w ruch

obraca się coraz szybciej i wytwarza automatycznie coraz większy jego rozmach.-

Ruch budowlany ożywi się nareszcie i powiększy znacznie produkcję odlewów handlowych.- Postęp cywilizacji dotrze z czasem i do tych okolic, gdzie jedynym sprzętem jest kociołek żeliwny, wiszący na łańcuchu nad zwykłym ogniskiem.-

Miasta nasze pod względem sanitarnym bardzo zaniedbane, przystępują w coraz większej liczbie do budowy wodociągów i kanalizacji, do budowy gazowni i elektrowni, zapotrzebowanie rur i odlewów budowlanych wzrośnie i odlewnie rur przez kilkanaście lat będą dobrze zatrudnione.-

Rozbudowa sieci kolejowej stopniowo podwoi dzisiejszy swój rozmiar i przyczyni się w znacznym stopniu do powiększenia produkcji odlewni.-

Rolnictwo po wybudowaniu fabryki w Tarnowie będzie w większej mierze stosowało nawozy sztuczne, powiększy znacznie swoje zbiory i dochody, które niewątpliwie obróci na zakupno maszyn rolniczych, co odbije się korzystnie także na odlewnictwie.-

Wszystkie te roboty podniosą w znacznym stopniu siłę nabywczą ludności i wywrą swój wpływ dodatni na wzmożenie przemysłu tekstylnego, skórnego, spożywczego i pośrednio przemysł odlewniczy.-

Dobre widoki odlewnictwa na bliższą przyszłość są uzasadnione nietylko potrzebami ruchu budowlanego miast i kolejnictwa, lecz także koniecznością dążenia do samowystarczalności kraju pod względem zapotrzebowania maszyn i przyrządów różnego rodzaju, których import dotychczas w dużej mierze osłabia nasz bilans handlowy.-

Pozycje bilansu handlowe, na które dalszy rozwój życia gospodarczego, jakoteż w związku z tem przemysłu metalowego,

ten ostatni może wywrzeć wpływ dodatni, są następujące : / według wykazów statystycznych Gł. Urzędu Statyst./

poz. 15 metale i wyroby z metali,

" 18 maszyny i aparaty.-

Zestawienie tych 2 pozycyj za 8 miesięcy 1928 r. wykazuje, że deficyt bilansu handlowego spowodowany temi dwoma pozycjami wynosi 190,506.000 zł. t.j. około 27% deficytu ogólnego.-

Musimy się przyznać, że nie dostosowaliśmy się dotąd do naszych potrzeb, mamy przecież fabryki maszyn rolniczych, fabryki maszyn innych, fabryki obrabiarek, a nie podołaliśmy pokryć naszego zapotrzebowania.-

Organizacja gospodarcza wszystkich fabryk maszyn, kierowana wyraźnie myślą polepszenia naszego bilansu handlowego, jest koniecznie potrzebną.- Zyska na tem także odlewnictwo, gdyż ono stanowi główną gałąź przetwórczego przemysłu metalowego, a dla fabryk maszyn ma wprost podstawowe znaczenie.-

Fabryki maszyn interesują się więc zupełnie słusznie sprawami organizacyjnemi odlewnictwa, gdyż polepszona jakość odlewów i dobrze prowadzona działalność handlowa odlewni ułatwi im pracę w warsztatach i przyczyni się do obniżenia kosztów wytwórczych.-

Także zakłady wielkopiecowe, jako dostawcy surowca odlewniczego zainteresowane są w dużym stopniu rozwojem naszego odlewnictwa.-

Wszystkie powyżej wymienione roboty, wpływające na rozwój odlewnictwa nie mogą być dokonane w jednym dniu.- Ustalenie skoordynowanej kolejności większych robót jest konieczne ; w przeciwnym bowiem razie albo zwiększy się niepomiernie import, albo nastąpi era niezdrowego grynderstwa nowych zakładów, które po kilku latach utracą rację bytu.- Daleko korzystniej dać istnie-

jącym zakładom pełne zatrudnienie i możność do ulepszenia metod pracy i obniżenia kosztów własnych.- Pamiętać bowiem należy, że po ukończeniu nowych instalacyj i budowli nastąpi okres, w którym zapotrzebowanie ograniczy się tylko do wymiany kolejno zużytych części.-

Odlewnie udoskonalone pod względem technicznym i organizacyjnym potrafią łatwiej pracować na eksport i w dużym stopniu przyczynić się mogą do polepszenia naszego bilansu handlowego.-

Sądzę, że powyższe wywody uzasadniają konieczność zorganizowania się odlewnictwa polskiego tak pod względem zawodowo - technicznym, jakoteż pod względem gospodarczym i handlowo - - finansowym.-

Organizacja zawodowo techniczna, która według mego zdania oprzeć się może o istniejące w Warszawie Stowarzyszenie Techników, starać się będzie o podniesienie poziomu zawodowego pracowników, jakoteż o podniesienie poziomu urządzeń technicznych, metod pracy i jakości wyrobów odlewniczych, śledząc pilnie wszelkie postępy zagranicą.-

Organizacja gospodarcza odlewni, istniejąca obecnie w postaci Grupy Odlewni przy Polskim Związku Przemysłowców Metalowych w Warszawie, badać będzie pilnie potrzeby odlewnictwa, zgromadzi u siebie do wspólnej pracy wszystkie odlewnie polskie i strzec będzie bezstronnie ich interesów gospodarczych.- Zadaniem jej być powinno : zastępowanie interesów odlewnictwa u Władz centralnych w sprawach cła, ulg taryfowych, ewentualna obrona polskiego odlewnictwa lub jednej jego gałęzi przed importem z zagranicy, przedstawianie życzeń w sprawie sposobu i zakresu nauczania odlewnictwa w szkołach przemysłowych niższych i średnich, jakoteż na Technikach polskich i Akademji Górniczej w Krakowie.- Zastępowanie odlewni polskich w pertraktacjach z centralnemi Władzami

związków robotniczych w sprawach obchodzących ogół odlewników.- Wydanie zasad kalkulacyjnych kosztów własnych różnych grup odlewów.- Prowadzenie statystyki odlewnictwa polskiego.- Normalizacja surowców odlewniczych i warunki dostawy ich odbioru.- Popieranie piśmiennictwa zawodowo - technicznego.-

Nareszcie organizacja handlowo - finansowa odlewni regulować będzie ceny odlewów, mając na oku jedynie dobro całego przemysłu odlewniczego.-

Zadaniem wszystkich tych organizacyj będzie stworzenie Rady odlewnictwa, która urządzać będzie w kraju zjazdy odlewników i wysyłać delegacje polskie na międzynarodowe kongresy odlewnicze, które od lat kilku na zachodzie corocznie się odbywają, dotąd niestety bez udziału Polski.-

C/. STATYSTYKA.

Chcąc organizować odlewnictwo, sporządzić należy dokładną statystykę, obejmującą wszystkie zakłady bez wyjątku, największe, średnie i najmniejsze.- Nie posiadając danych statystycznych, nie można bliżej określić rozmiarów budowy organizacji.- Statystyka ta powinna obejmować wszelkie gałęzie odlewnictwa, a więc odlewnie żeliwa, staliwa i metaliwa.- Wszystkie te odlewnie, jako przedsiębiorstwa samodzielne, czy też połączone z fabrykami maszyn czy z hutami, odgrywają ze względu na swe rozmiary pewną rolę w życiu gospodarczym i spełniają swą funkcję społeczną, służąc społeczeństwu.- Statystyka nie powinna się ograniczać do suchego wykazu poszczególnych zakładów, lecz powinna wykazać także warunki, w jakich dana odlewnia pracuje, powinna dalej wykazać, czy w danych warunkach pracuje ona korzystnie, czy nie.- Następnie objąć powinna statystyka wysokość produkcji poszczególnych gatunków odlewów, przeciętną wagę jednego odlewu, następnie wykazać

powinna ilość zatrudnionych pracowników i ich zarobki jakoteż wysokość świadczeń różnych,zależnych od wysokości zarobków.- Dalej statystyka powinna wykazywać rozmiary zabudowań, jakoteż ilość i pojemność pojedynczych pieców kopulowych, płomiennych, tyglowych, martenowskich, elektrycznych, konwetorów i pieców do wyżarzażania.- Następnie powinna zawierać wykaz zużycia surowców krajowych i zagranicznych, nareszcie ilość odlewów eksportowanych zagranicę, także należy podać w statystyce, do którego związków pracodawców należy firma i do których związków zawodowych należą robotnicy.- Także pożądane są ważniejsze daty z historji rozwoju danej odlewni.-

Na życzenie Ministerstwa Przemysłu i Handlu, w porozumieniu z p.Prof.Okolskim opracowuję monografję odlewnictwa polskiego.- Bez dokładnej statystyki monografja nie może być dokładną.- W celu zebrania dat statystycznych zestawiłem kwestjonarjusz, który rozesłany zostanie między wszystkie odlewnie do wypełnienia.- W monografji tej nie będą podane szczegóły odnoszące się do poszczególnych firm, szczegóły zebrane ze statystyki zszeregowane zostaną w grupy według pewnych okręgów względnie według województw sumarycznie dla różnych rodzajów odlewni.- Natomiast zamierzam w monografji zamieść alfabetyczny wykaz wszystkich zakładów odlewniczych, jakoteż ewentualny wykaz źródeł zakupów surowców i materjałów pomocniczych.- Monografja odlewnictwa ma na celu przedstawienie gospodarczego znaczenia naszego odlewnictwa w obecnym stanie jego rozwoju i wykazanie możliwości dalszego rozwoju.- Wskazanem więc jest, aby dane statystyczne były dokładne.-

D/. Różne zadania organizacyj odlewniczych.-

Zacznę od sprawy napozór drobnej, ale jednak w prakty-

ce odlewniczej bardzo ważnej.- Są fabryki maszyn, które posiadają stolarnie i wyrabiają modele do odlewów zamawianych w różnych innych odlewniach.- Istnieją także samodzielne stolarnie modelowe.- Każda stolarnia znakuje sobie modele na swój sposób, co pociąga za sobą duże niedogodności i stratę czasu.- Wspomnę tylko o barwie laku, używanego do malowania modeli.- Każdy rodzaj odlewów wymaga odrębnej barwy modeli, np. odlewy żeliwne - model czerwono lakowany, odlewy temperowane - model jasno - niebieski, odlew staliwny - model ciemno - niebieski, odlew metaliwny - model bez koloru, pociągnięty tylko szelakiem.- Następnie ważną jest rzeczą znakowanie na modelu tych ścian odlewu, które mają być obrobione.- Jest to ważny szczegół dla formierza.- Następnie oznaczone mają być w odpowiedni sposób marki jąder, miejsca połączeń poszczególnych części modeli i t.d.- Tu tylko zbiorowa praca fabryk maszyn, stolarni i odlewni podjęta w celu ustalenia tych wszystkich szczegółów, dać może pożądane wyniki, gdyż usunie z góry wszelkie nieporozumienia i straty pieniężne, spowodowane mylnie wykonanym odlewem.-

Drugiem zadaniem zorganizowanego odlewnictwa polskiego będzie ustalenie warunków technicznych odbioru różnych odlewów i podawanie wniosków odnośnych Polskiemu Komitetowi Normalizacyjnemu.- Zagranicą robota w tym kierunku ciągle się odbywa.- W Niemczech np. wydał normy odbioru odlewów " Deutscher Verband für die Materialprüfung der Technik " w porozumieniu ze związkiem niemieckich odlewni i ze syndykatem rur żeliwnych, zatwierdzone przez Ministerstwo handlu i przemysłu.- Normy te odnoszą się do a/. odlewów maszynowych,- b/. odlewów budowlanych i słupów żeliwnych, - c/. odlewów rur żeliwnych.- Oprócz tych norm ogólnych istnieją normy specjalne, wydane w porozumieniu z odlewniami przez " Deutsche Kriegsmarine ", " Deutsche Reichsbahn " i " Germanischer Lloyd ".

W Anglji wydaje różne normy " British Engineering Standards Association ", w Ameryce zaś " American Society for testing Materials ". Normy rur żeliwnych wydane są przez " American Water Works Association ".- W Italji istnieją normy wydane przez ministerstwo robót publicznych.-

W Polsce natomiast w tym względzie odlewnie dotąd mało zrobiły.-

Trzecie zadanie odnosi się do ustalenia norm surowca odlewniczego i złomu.-

Odlewy polskie są naogół niedobre z 2 powodów : wygląd zewnętrzny ich jest z powodu nienależytego czyszczenia niełądny, a jakość nieodpowiednia z powodu stosowania złego materjału.- Odlew żeliwny powinien się składać z jak najlepszego materjału, aby podczas użytkowania dobrze odpowiadał swemu przeznaczeniu i aby dał dobry złom po spełnieniu swej służby.- U nas większa część odlewni przeważnie odlewów handlowych unika surowca jak tylko może z powodu jego niby wyższej ceny, przetapia się prawie wyłącznie złom, przetapiany już kilkakrotnie.- Następstwem tak dużego stosowania złomu było żądanie, aby wysokie piece wytwarzały surowiec z dużą bardzo zawartością krzemu.- Wysokie piece te żądania uwzględniały i wytwarzały do niedawna surowiec z zawartością krzemu dochodzącą nawet do 4%.- Znaną jest rzeczą, że krzem obniża w surowcu zawartość ogólną węgla i powoduje wydzielanie się węgla w postaci grafitu.- Surowiec taki ma wygląd znakomity, grube ziarno i ciemny grafityczny złom.- Posiada nawet jamy wypełnione samym grafitem.- Taki surowiec w pojęciu majstrów uchodzi za najlepszy.- Tymczasem tak nie jest.- Już ze spodu wagonu można ten wolny grafit wypadający podczas transportu z jam gęsi surowca zbierać łopatą.- Następnie pewna część grafitu rozmieszczonego w masie żeliwa przy przetapianiu w kopulaku nie może

być wchłoniona przez żeliwo, pozostaje na powierzchni kąpieli żeliwnej, a to przeważnie z powodu nadmiernych zawartości krzemu.- Więc pocóż wyrabiać tak bardzo nakrzemiony surowiec, nieodpowiadający ogółowi odlewni.- Wysoki piec tylko z wielkim wydatkiem paliwa osiąga tak wysoko nakrzemiony surowiec i cena jego musi być z tego powodu wysoka.- Odlewnie zaś, które stosują taki surowiec, chociaż w małej ilości, ponoszą stratę, gdyż, jak powiedziałem powyżej, cały wolny grafit i część grafitu w masie żeliwa tracą zupełnie.- Natomiast odlewnie, wyrabiające odlewy maszynowe o grubszych ściankach, z powodu braku złomu o odpowiednim składzie chemicznym nie mogą dostosować zawartości krzemu do danej grubości ścianki odlewu, otrzymują odlew mało zwięzły i ponoszą z powodu dużej ilości braków poważne straty.- Kilkakrotnie w rozmowie z fabrykantami maszyn słyszałem zdanie, że polski surowiec odlewniczy jest zły, że niedorównuje jakości surowca zagranicznego.- Skutki dostarczania " tak dobrego " i odpowiednio drogiego surowca są więc następujące : odlewy handlowe są złe z powodu nadmiernego stosowania złomu ; odlewy maszynowe są złe z powodu niezwięzłej, gąbczastej struktury.- Dla wysokich pieców skutek jest taki, że z powodu nadmiernego stosowania złomu zapotrzebowanie surowca jest małe, że koszta tak z powodu małej produkcji jakoteż z powodu zadużej zawartości krzemu są duże, a ceny jego w stosunku do cen złomu są niskie.- Nareszcie mamy i ten skutek, że handel złomem żeliwnym nie dostosowuje się do wymagań odlewni, że handlarze złomem z powodu dużego popytu żądają często cen nie stojących w żadnym stosunku do cen surowca odlewniczego.-

Ponieważ produkcja odlewów maszynowych i budowlanych jest obecnie conajmniej równa produkcji odlewów handlowych, ponieważ ze względu na jakość odlewów handlowych wskazane jest stosowanie surowca mniej nakrzemionego w większej mierze niż dotąd,

więc wielkie piece powinne wyrabiać surowiec odlewniczy z zawartością około 2,5% krzemu przy około 3,8 - 4% węgla, dla odlewów maszynowych z zawartością fosforu około 0,5%, dla odlewów handlowych i t.p.z zawartością fosforu 0,8 - 1%.-

Oprócz tego normalnego gatunku surowca powinien istnieć gatunek surowca wyżej nakrzemionego i drugi gatunek mniej nakrzemionego, pomijając już specjalne gatunki surowców, jak np. surowiec hematytowy, surowiec do wyrobu odlewów utwardzonych i do odlewów kuto-lanych.-

Zadaniem więc organizacji gospodarczej odlewni będzie ustalić w porozumieniu z zakładami wielkopiecowemi odpowiednie normy dla różnych gatunków surowca.-

Naogół wartość surowca odlewniczego ocenia się według jego zawartości krzemu i zawartości siarki.- Uwzględniając zawartość krzemu i siarki można określić cenę surowca względnie złomu na podstawie następującego wzoru :

$$C = Ż + \left[5/Si - 1 / - 100.S\right] .a$$

We wzorze tym oznacza : Ż = cenę zasadniczą dla surówki odlewniczej z zawartością 2% krzemu i 0,05% siarki.-

Si = zawartość krzemu.-

S = " siarki.-

a = wartość w zł. jednej jednostki podwyższającej względnie obniżającej wartość surowca wyrażonej przez wyraz 5./ Si - 1 / - 100.S

Przykład :

Ż niech będzie 180 zł. za tonnę.- Zawartość krzemu 1,8%, zawartość siarki 0,08%, a =3 zł.na tonnie.- Wartość takiego złomu względnie surowca wynosiłaby według wzoru zł.168 za tonnę.-

Więc można dla pojedynczych zawartości krzemu i siarki opracować tabelkę, wykazującą bezpośrednio wartość surowca o różnej zawartości krzemu i siarki.-

Wzór ten, ułożony przezemnie, powinien być przedyskutowany przez odlewników w porozumieniu z wielkopiecowcami.-

Jedną z najbardziej piekących spraw, to dokładna kalkulacja cen.- Skarżą się odlewnie na straty lub na małe zarobki, pracując z dnia na dzień w pocie czoła, ale bez żadnych wyników dodatnich na końcu roku.- Pocieszają się w ciągu roku, że może nadejdzie jakie " dobre " zamówienie, na którem uda się im zarobić, ale sami nie wiedzą dobrze, jaką zaoferować cenę, aby zarobić.- Wysyłają na ślepo ofertę w ich pojęciu nawet może wygórowaną, zamówienie wpływa, a z niem nadzieja dobrego zarobku.- Zamówienie się załatwia, pobiera się pieniądze za fakturę, ale po dokładnem zestawieniu faktycznych wydatków z otrzymaną kwotą okazuje się, albo niewystarczający zarobek, albo znowu strata i tak w kółko, aż do zupełnego upadku.-

Jeżeli odlewnia z powodu niedostatecznego urządzenia nie może wytrzymać konkurencji, a nie posiada funduszów na zmodernizowanie, to kalkulacja nawet najlepsza dzisiaj nic już nie pomoże, gdyż dawniej przy kalkulacji nie uwzględniano kwoty amortyzacyjnej, nie tworzono funduszów rezerwowych, aby w obecnej chwili nowocześnie się urządzić.- Odlewnia teraz pokutuje za grzechy popełnione dawniej.- Jeżeli właściciel odlewni nie ma własnych kapitałów, albo nie może zdobyć obcych na ratunek przedsiębiorstwa, traktowanego dawniej po macoszemu, wówczas przedsiębiorstwo pod jego firmą upada.-

Słyszałem kiedyś takie zdanie : " Po co sobie głowę zaprzątywać codziennie rachunkami, po co ciągle obliczać koszta własne, ja forsuję sprzedaż, a po zakończeniu roku zobaczę, co z tego będzie ".- Takie postawienie kwestji nie jest bynajmniej

jej załatwieniem. Obliczanie kosztów własnych na koncu roku i jednorazowe tylko ustalanie wyników pracy całorocznej jest bardzo ryzykowne. Każda nowa oferta winna byc opracowana na podstawie specjalnej kalkulacji. Kalkulacja odlewni, wyrabiającej dużo gatunków odlewów, których stosunek wagowy podlega ciągłym zmianom, jest rzeczą trudną, to prawda, to też często najsumienniej przeprowadzona kalkulacja dla danego odlewu, zestawiona z rzeczywistemi wydatkami fabrykacji, okazuje się jednak mylną, ale na szczęście te różnice są po części ujemne, po części dodatnie i równoważą się prawie zupełnie z całorocznem zestawieniem. Na koncu roku widzimy pewne odchylenia od tego, co zamierzaliśmy osiągnąć przy stosowaniu naszego systemu kalkulacji. Widzimy tylko odchylenie, ale nie jesteśmy w sytuacji bez wyjścia, w której byśmy się mogli znaleźć, ryzykując sprzedaż naszych wyrobów bez kalkulacji w ciągu całego roku. Brak kalkulacji stawia często kupującego, który przy większem zamówieniu zażądał 10 ofert od różnych odlewni prawie w przykre położenie. Znane są wypadki, że różnice cen przy przetargach ofertowych są tak duże, że nie wiedzieć, który z oferentów zasługuje na zaufanie. Ceny najniższe w tych wypadkach najczęściej pochodzą od bardzo małych odlewni, które wcale nie stosują kalkulacji i nie kierują się ze względu na objętość zamówienia jakimś niezrozumiałym, dziwnym wprost optymizmem. Ciekawą jest rzeczą, czy najwyższe ceny pochodzą także od małych odlewni, które nie chcąc otrzymać zamówienia, stawiają ceny wprost odstraszające, nie chcąc się przyznać, że go nie mogą wykonać. Z jednej strony mamy do czynienia z kompletną nieświadomością, z drugiej z brakiem powagi w traktowaniu sprawy. Kupujący decyduje się, albo powinien się przynajmniej decydować w takich wypadkach na zamówienie bez względu na cenę u firmy, która dotychczas ku zadowoleniu wywiązywała się z obowiązków dostawcy.

Każda fabryka, a tem więcej odlewnia winna z powagą spełniać swą funkcję społeczną.- Nie prowadzi się jej wyłącznie dla zarobku właściciela, lecz na usługi społeczeństwa.- Każde przedsiębiorstwo, a więc i odlewnia, w stosunku do właściciela jest osobą obcą, względem której obowiązują go zasady etyki, ogólnie przyjęte.- Właściciel ma prawo żądać, aby mu przedsiębiorstwo wypłacało procenty od włożonego kapitału z pewnem naddatkiem za ryzyko, aby mu wynagradzało za pracę, o ile sam kieruje sprawami przedsiębiorstwa.-

Przedsiębiorstwo, jak każda osoba, ma prawo do pracy i rozwoju.- Przedsiębiorstwo, pracując, winno zarobić sobie na utrzymanie / amortyzacja/, na ubezpieczenie od wypadków / depresja gospodarcza /, i na dalsze udoskonalenie / rezerwy zysku /.-

Kalkulacja cen odlewów może być przeprowadzona na podstawie następującego wzoru :

$$C = Ż + R./\ 1 + a\ /.\ /\ 1 + b\ /.\ /\ 1 + c\ /$$

We wzorze tym oznacza : Ż = koszta przetopionego żeliwa na 1 tonnę odlewu.-

R = robociznę na 1 tonnę.-

a, b i c są współczynnikami,-

a jest spółczynnikiem kosztów ogólnych ruchu, zależnym od wysokości robocizny,-

b jest spółczynnikiem kosztów ogólnych przedsiębiorstwa,

c przedstawia spółczynnik zysku i ryzyka.-

Spółczynniki a, b i c zależą w dużej mierze od stopnia zatrudniania zakładu.- Przy obniżaniu się stopnia zatrudnienia wzrastają spółczynniki a i b niepomiernie, natomiast spółczynnik c obniża się nawet do zera.- Dalsze obniżenie produkcji pociąga za sobą dalszy wzrost kosztów ogólnych ruchu i spółczynnika a.- Chcąc utrzymać zakład w ruchu, rezygnujemy czasowo z pełnego pokrycia

kosztów ogólnych przedsiębiorstwa, obniżamy sztucznie spółczynnik b i zaczynamy pracować ze stratą.- Gdy zaś spółczynnik b staje się wartością ujemną, zmniejsza się już sama substancja przedsiębiorstwa i przedsiębiorstwo w takim wypadku szybkim krokiem zdąża na brzeg przepaści.- Im silniejsze finansowo jest przedsiębiorstwo, im więcej nagromadziło zapasów " zysków ", tem dłuższy okres depresji gospodarczej potrafi przetrzymać.- Widzimy, że t.zw. " zysk " w pojęciu gospodarczem przedstawia się w zupełnie innem świetle, niż w pojęciu zwyczajnem.- Nie jest to gotówka znaleziona, ani wygrana, aby ją można było roztrwonić lekkomyślnie ; zysk jest przedewszystkiem własnością przedsiębiorstwa i służyć mu winien na zabezpieczenie bytu i na umożliwienie pracy jak najdłużej w okresach represji gospodarczej.- Głównym warunkiem umożliwiającem przedsiębiorstwu spełnienia swej funkcji społecznej jest ciągłość i możliwie dokładna równomierność zatrudnienia.- Przedsiębiorstwa, które pracują tylko wtedy, gdy im się uda zdobyć jakieś większe " dobre " zamówienie, wstrzymujące co parę miesięcy ruch, nie spełniają dobrze swej funkcji społecznej ; krzywdzą przedewszystkiem robotników przepłacanych w okresie pracy i wyrzucanych na bruk w okresie braku zamówień.- Dla dobrobytu robotnika nie jest miarodajna wysokość dziennego zarobku, lecz wysokość jego zarobków stałych, rocznych, względnie kilkuletnich.- Właściciel względnie zarząd odlewni, który przy kalkulacji cen nie uwzględnia ani kwoty amortyzacyjnej, który w nadziei uzyskania ulg podatkowych i ubezpieczeniowych uwzględnia tylko częściowo odnośne wydatki, który natomiast zabiera dla siebie urojony zysk, w niedługim czasie stanie razem z przedsiębiorstwem nad przepaścią.-

Ciągły brak kapitału obrotowego, zatargi z pracownikami z powodu zalegających zarobków, ustawiczne starania o ulgi u

władz podatkowych i ubezpieczeniowych, sygnalizują bliski upadek przedsiębiorstwa.-

Niskie ceny konkurencyjne, wynikające z tak fałszywej kalkulacji, nie powinne wzbudzić zachwytu nawet u kupującego, o ile tenże myśli kategorjami gospodarczemi.-

Aby dać wytyczne małem odlewniom, jak należy kalkulować ceny odlewów, wydał związek odlewni niemieckich normy kalkulacyjne pod nazwą " Selbstkostenberechnung für Eisengiessereien " / Harzburger Druckschrift /.- Także odlewnie francuskie i belgijskie wypracowały dokładne normy kalkulacyjne.- I u nas czas najwyższy, wydać odnośne normy.-

Na tem miejscu wypada wspomnieć coś o tak zw.walce kapitału z prasą i vice versa.-

W sensie gospodarczym walka taka istnieć nie może.- Oglądniemy sobie bliżej przedsiębiorstwo : jest tam kapitał w postaci budynków mieszkalnych i fabrycznych, w postaci maszyn i urządzeń.- Są rzesze pracowników.- Przedsiębiorstwo będące w ruchu nie jest zespołem kapitału i pracowników, lecz zespołem " kapitału pracującego " i"pracujących pracowników ".- A ponieważ praca jest podstawą bytu i przedsiębiorstwa, a więc kapitału i pracowników, a w dalszym rzędzie także bytu całego społeczeństwa, a fundamentalnym warunkiem wszelkiej pracy jest spokój, więc walka pomiędzy " pracującym kapitałem " a " pracującemi pracownikami " przedstawia się jako niedorzeczność.- Ponieważ przedsiębiorstwo ma ważne funkcje społeczne do spełnienia, wszelka walka i wszelkie zatargi w łonie przedsiębiorstwa powinna odbywać się w taki sposób, aby praca przedsiębiorstwa jako całości nie ucierpiała.- Każde przeszkadzanie pracy przedsiębiorstwa w jakiejkolwiek postaci uważać należy za ciężką krzywdę wyrządzoną ogółowi obywateli, stanowiącą Państwo.- To też w społeczeństwach zupełnie dojrzałych i myślących

kategorjami gospodarczemi tak zwane strajki czy lokauty są niemożliwe.-

E/. Nowoczesne zagadnienia odlewnicze.-

Aby jeszcze bardziej uzasadnić potrzebę tworzenia organizacji, któreby się zajmowały stale sprawami odlewnictwa, przytoczę kilka ważniejszych zagadnień, które obecnie zajmują umysły odlewników całego świata.- Na pierwsze miejsce wysuwa się zagadnienie t.zw. wysoko-wartościowego odlewu.- Żeliwo sprostać może tylko wtedy konkurencji staliwa, jeżeli będziemy w stanie nadać mu większą wytrzymałość i tworzyć szersze pole zastosowania w budowie maszyn.- Nauka, która bardzo dokładnie zbadała warunki najlepszej jakości stali, zajęła się ostatecznie także badaniem żeliwa, które z powodu większej ilości składników, wywierających wpływ na własności żeliwa, są znacznie trudniejsze, niż badania staliwa.- Analiza chemiczna połączona w ostatnim czasie z analizą mikroskopijną postawiły odlewnictwo na pewnym gruncie, wykluczającym prawie zupełnie ciągłe eksperymentowanie.- Jest rzeczą jasną, że kierownictwo odlewni, mającej stosować u siebie naukowe zasady pędzenia przedsiębiorstwa, winne być oddane w ręce należycie wykształconych inżynierów, praca zaś sama powinna być nadzorowana przez majstrów odpowiednio przygotowanych i robotnicy sami winni być dobrze wyszkoleni.-

Badania nad wytworzeniem wysokowartościowego żeliwa rozpoczęli inżynierowie Diefenthäler i Sipp firmy Heinrich Lanz w Mannheimie.- Oni pierwsi dążyli celowo do otrzymania struktury perlitycznej, stosując do odlewów żeliwo o pewnym składzie chemicznym i regulując stygnięcie przez podgrzanie formy odpowiednio do grubości ścianki.- Tak zw. " odlew perlityczny " stanowi dzisiaj

główny temat dyskusji w czasopismach zawodowych i na zjazdach i kongresach odlewników. To też we wszystkich większych odlewniach zagranicą czynione są wysiłki, aby umożliwić w ciągłej praktyce odlewniczej otrzymywanie wysokowartościowego żeliwa o zgóry określonych wartościach fizycznych. Znane są wysokowartościowe żeliwa pod różnemi nazwami / Krupp'scher Sternguss, żeliwo Thyssen - Emmels, żeliwo Schütza, żeliwo Mechanite i żeliwo Corsalli /.

Z zagadnieniem wysokowartościowego żeliwa łączy się drugie zagadnienie wytwarzania wysokich temperatur w piecach przetapiających żeliwo. Wiemy, że żeliwo pochodzące z pieca elektrycznego posiada w porównaniu z żeliwem z kopulaka i pieca płomiennego duże zalety. Zawdzięcza to nietylko swemu chemicznemu składowi, lecz przedewszystkiem wysokiej temperaturze panującej w piecu. Ze względu na wysoki koszt pędzenia pieca elektrycznego do celów odlewniczych czynione są starania, aby i w piecu kopulowym przegrzewać żeliwo bardziej niż to dotąd praktykowano. Kombinowany piec profesora Wüsta / piec szybowo - płomienny /, pędzony olejem i powietrzem przegrzanym daje w fabryce w Esslingen dobre wyniki.

Dalszem zagadnieniem odlewnictwa, to zagadnienie odlewania żeliwa do form świeżych, niesuszonych. W Ameryce dzisiaj odlewane są nietylko duże, ale także bardzo skomplikowane odlewy do form świeżych / bloki cylindrów automobili /. Do niedawna niktby się nie odważył, tak trudne, odpowiedzialne części maszyn odlewać na świeżo. Także we Francji i w Niemczech często spotykamy ten sposób odlewania. Rzecz jasna, że największą rolę odgrywa tu jakość piasku. To też zagadnienie piasku formierskiego i sposobów przygotowania go do użytku w odlewni stanowi temat rozstrzą-

sany stale w czasopismach zawodowo - technicznych.-

Dalszem zagadnieniem nowoczesnem jest tak zwane standaryzacja i tayloryzacja pracy w odlewniach.- Celem standaryzacji jest ustalenie pewnych typów maszyn i przyrządów, których części składowe winne być ujednostajnione t.j. znormalizowane./normalizacja/. Tayloryzacja zaś odnosi się do badania czasu użytego do poszczególnych operacyj wytwórczych.- Ostatecznym wynikiem standaryzacji i tayloryzacji jest tak zw. robota płynąca / ciągła /.- Robota ciągła jest dzisiaj marzeniem każdego odlewnika.- Jeżeli się czyta o robocie ciągłej w fabrykach amerykańskich, to chętka wprost bierze zamówić dla swej odlewni całe urządzenie, któreby umożliwiało ciągłą robotę.- Tymczasem podstawowym warunkiem roboty ciągłej jest specjalizacja i masowa produkcja.- Robota ciągła wymaga prawie zupełnego zmechanizowania pojedynczych operacyj przy wykonywaniu odlewów, a koszta urządzenia mechanicznego są bardzo duże.- Koszta robocizny ustępują tu na bok i nie odgrywają tu znacznej roli.-

Gospodarcze kryterjum oceny, czy zastąpić siłę roboczą maszynami, opiera się na stosunku sumy zarobków do wydajności, względnie na stosunki kosztów utrzymania i ruchu maszyn do wydajności.- Jeżeli się okaże, że stosunek drugi jest większy niż pierwszy, wówczas z góry sprawa ciągłej roboty jest przesądzona.-

U nas dotąd niema prawie warunków umożliwiających " ciągłą robotę ".- Natomiast standaryzacja jest sprawą i u nas nadzwyczaj piekącą.- Nasze odlewnie handlowe, pracujące często na kilka tysięcy różnych modeli, winne jak najspieszniej przeprowadzić standaryzację, potem dopiero pomyśleć można o masowej taniej produkcji, a gdy zapotrzebowanie okaże się stałe w dużych ilościach, wówczas dopiero możnaby pomyślec o " robocie ciągłej".-

Standaryzacja typów i norm stanowić powinna pilne zadanie związku odlewni, które rozwiązać można tylko w porozumieniu z fabrykami maszyn.- Warto podkreślić, że nawet w odlewniach wykonujących różne gatunki odlewów można poczynić duże postępy w powiększeniu wytwórczości przy zmniejszeniu robocizny ogólnej, zapewniając poszczególnym robotnikom większe niż dotychczas zarobki.-

Dokładne pomiary czasu wymaganego przez poszczególne fazy produkcji wykażą nam tak zwaną " fazę wytwórczą " i " fazę próżną ".- Np. ubijanie piasku w skrzyni formierskiej jest " fazą wytwórczą ", natomiast transport skrzyni względnie jej szukanie na placu skrzyń jest " fazą próżną ".- Wyprośrodkowanie czasu pracy dla każdej fazy wytwarzania, przy każdym gatunku odlewów, daje wspaniałe wyniki.- W Niemczech istnieje t.zw. " Panstwowy wydział do określania czasu pracy " / " Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung " w skrócie " Refa " /.- Wydaje t.zw. " Refa - Blätter " i ułatwia znacznie pracę w fabrykach i odlewniach.-

Jeżeli jeszcze dodam, że oprócz tych zagadnień istnieje dalej zagadnienie pieców kopulowych, zagadnienie suszenia form, zagadnienie czyszczenia odlewów, to przedstawiłem jeszcze niezupełnie dokładnie cały szereg zagadnień pierwszorzędnej wagi, o których dzisiaj każda odlewnia dążąca z postępem czasu musi być poinformowana.- Ten szereg zagadnień mogą nasze odlewnie skutecznie dopiero wówczas traktować poważnie, kiedy rozporządzać będą dość licznemi kadrami formierzy, majstrów dobrych i inżynierów należycie wykształconych.- To też przedewszystkiem tej sprawie poświęcić winno zorganizowane odlewnictwo polskie najbaczniejszą swą uwagę.-

Naogół daje się odczuć brak formierzy z dwóch przyczyn : robota formierska od czasu powstania wielkich zakładów hutniczych nie przyciąga do siebie ludzi.- Formierz i odlewnik

w tych zakładach stoi zawsze na ostatniem miejscu,-zupełnie niesłusznie, albowiem robota formierska wymaga nietylko siły fizycznej, ale dużej rutyny i doświadczenia i nawet pracy umysłowej.- Drugi powód, to rozpowszechniający się brak przyrostów robotników z powodu ubytku porodów podczas wojny.- Tymczasem odlewnie bez formierzy i to formierzy dobrych, obyc się nie mogą.- Pozyskanie jak największej ilości ludzi do wytwórni odlewniczej powinno być kardynalną troską zorganizowanego odlewnictwa.-

Zagranicą przemysł przyszedł do przekonania, że kiedy już brak robotników co do ilości, potrzeba przy wyborze robotników kłaść główny nacisk na jakość ich pod względem fizycznym i umysłowym.- Tam przy przyjmowaniu robotników poddawany jest każdy egzaminowi na zasadach psychotechniki.- Badana jest fizyczna wydajność / siła fizyczna i wytrwałość /, zdolności zmysłów / dobry wzrok, słuch/, następnie badana jest zręczność, praktyczna inteligencja / zdolność konstruktywna / i inteligencja teoretyczna / wykształcenie ogólne, rachunki /.- Lecz nie wystarczy wybrać odpowiedni materjał ludzki, należy go jeszcze dalej kształcić w szkołach zawodowych.- Nie w mniejszych stopniu zwracać trzeba uwagę na wykształcenie odpowiednie majstrów.- Szkoły dla majstrów powinne być wyposażone należycie, wszystkie przyrządy i budynki w których by przyszły majster mógł poznać gruntownie wszystkie roboty, wchodzące w zakres późniejszej jego praktyki.- Po ukończeniu takiej szkoły każdy majster powinien być tak dalece wykształcony, aby mógł samodzielnie myśleć i robotą kierować.- I szkolnictwo wyższe winno być pod względem odlewniczo - technicznym należycie zorganizowane.- Obecnie wykładane jest odlewnictwo na naszych Technikach w Warszawie i we Lwowie i na Akademji Górniczo - Hutniczej w Krakowie.- Program nauki odlewniczej w tych zakładach nie jest dostateczny, ale w każdym razie daje podstawę dobrą, na której pilny

i zamiłowany w swym zawodzie inżynier - odlewnik może kierowac zakładem, kształcąc się dalej i śledząc wszelkie postępy nauki i praktyki w jego zawodzie.-

Zagranicą natomiast daleko większą uwagę poświęca się odlewnictwu. Istnieją tam osobne katedry dla odlewnictwa. W Paryżu istnieje od r.1924 wyższa szkoła odlewnicza " L'ecole superieure de Fonderie " dla inżynierów z większą praktyką i doświadczeniem zawodowem.- Jest to instytucja uzupełniająca wykształcenie teoretyczne na technikach.- Kurs inżynierów i dyrektorów trwa siedem miesięcy.- Ilość słuchaczy 20 do 30.- Wykładających inżynierów i dyrektorów odlewni około 20.- Szkoła utrzymywana jest przez związek odlewni francuskich / " Syndicat Générale de Fondeurs de France " /, subwencjonowana przez rząd.- Dyrektorem tej szkoły jest znany francuski odlewnik Ronceray.-

W Niemczech urządza się dla inżynierów stojących w życiu zawodowem tak zwane " Hochschulkurse " np. profesora Osanna w Clausthal, albo t. zw. " Hochschulwochen ".- W r.1928 odbyła się taka " Hochschulwoche " w Stuttgarcie.- Oprócz tego Związki gospodarcze jakoteż związki zawodowo - techniczne urządzają co roku zjazdy w różnych miastach.- W roku 1928 urządził związek odlewni niemieckich walne zebranie w Gdańsku.- Związek zawodowców odlewniczych urządził zaś walne zebranie w Berlinie t.zw. " Giessereitag " / Giesserei 1928 Nr 18 /.- Na tych zebraniach ludzie nauki i praktyki wygłaszają odczyty o najnowszych zagadnieniach, inżynierowie odlewniczy, biorący licznie udział w zebraniach, zapoznawają się z temi zagadnieniami, wymiana myśli i zapatrywań nadzwyczaj ożywczo działa na twardą pracę odlewniczą.- Wszystkie te wykłady drukowane są następnie w czasopismach, tak że cały świat odlewniczy w ten sposób szybko jest informowany o nowych sposobach pracy, o nowych wynikach. Tak samo dzieje się we Francji, Anglji i Ameryce.-

Oprócz tych krajowych zjazdów organizują odlewnicy międzynarodowe wystawy odlewnicze połączone z międzynarodowemi kongresami odlewników.- Na tych kongresach spotykają się odlewnicy całego świata.- W Paryżu odbyły się 2 takie międzynarodowe konkresy i wystawy, a mianowicie w latach 1923 i 1927, w roku 1928 odbył się taki kongres w Barcelonie, w którym wzięły udział delegacje 11 państw, ale niestety bez delegacji polskiej.- W roku 1929 w czasie od 5.VI. do 15.VI. odbędzie się międzynarodowy kongres połączony z wystawą w Londynie.- Na tym kongresie nie wolno brakować polskiego zorganizowanego odlewnictwa.- Agendy wystawy samej prowadzi firma F.W.Bridges u.Sons Ldt., Londyn WC.1. imieniem firmy " International Foundry Trades Exhibition ".- Agendy natomiast kongresu prowadzi The Institute of British Foundrymen, Londyn 49. Wellington Street, Strand / London W.C.2. /.-

Rząd niewątpliwie umożliwi wzięcie udziału w tym kongresie polskim reprezentatom nauki odlewniczej, więc profesorom Techniki i Akademji Górniczej, następnie udzieli zasiłków młodszym inżynierom, zatrudnionym w odlewniach, o ileby dane odlewnie całych kosztów ponieść nie mogły.- Następnie Ministerstwo Przemysłu i Handlu, Ministerstwo Robót Publicznych i Ministerstwo Komunikacji wydeleguje swoich reprezentantów na ten zjazd międzynarodowy.- Zobaczymy tam, jak poważnie zajmuje się zagranica odlewnictwem, poznamy w stosunkowo krótkim czasie i tanim kosztem najnówsze maszyny i urządzenia, zaznajomimy się na kongresie z aktualnemi zagadnieniami odlewnictwa.- Skutek będzie taki, że do kraju wrócimy, aby zastanawiać się nad sposobami zastosowania tego cośmy widzieli na wystawie i słyszeli na kongresie.- Skutek będzie taki, że zagranica dowie się, iż istnieje także polskie odlewnictwo i że należy je uwzględniać przy imprezach międzynarodowych dotyczących odlewnictwa.-

§.2.

Materjały formierskie.

-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-

W s t ę p .

Koszta materjałów formierskich wynoszą około 2% ogólnych kosztów wytwórczych odlewów żeliwnych.- Odlewnia produkująca rocznie 10000 tonn odlewów, których koszta wytwórcze wynoszą ca 5,000.000 zł., wydaje więc na materjały formierskie ca 100.000 zł. t.j. 10 zł. na tonnę odlewu.- Jest to kwota wcale pokaźna, ale w stosunku do ogólnych kosztów niezbyt duża.- Dlatego też w odlewniach do niedawna niepoświęcano większej uwagi w sprawie materjałów formierskich.- Jeżeli jednak zważymy, że od jakości materjałów formierskich zależy w dużej mierze jakość odlewów i ilość braków, pociągających za sobą duże wydatki, obniżające zdolność konkurencyjną odlewni, to przychodzimy do przekonania, że sprawa materjałów formierskich jest dla każdej odlewni bardzo ważna, nie mniej ważna, niż sprawa surowców, złomu i koksu.- Jeżeli z powodu stosowania nieodpowiedniego materjału formierskiego ilość braków powiększy się np. o 5% , to jest w naszym wypadku o 500 tonn rocznie to szkoda, którą ponosi odlewnia wynosi ca 100.000 zł., t.j. 10 zł. na tonnę, więc tyle ile kosztuje cały materjał formierski.- Widzimy, że nie tyle sam wydatek za materjał formierski, lecz przeważnie szkody spowodowane niewłaściwą jego jakością, zmuszają dzisiaj odlewnie do zajmowania się uważnie materjałem formierskim.- To też w nowszym czasie sprawa ta stanowi zagranicą jeden z głównych tematów dyskusji tak w czasopismach, jakoteż na zebraniach odlewników.-

Rodzaje materjałów formierskich.-

Rozróżniamy 4 rodzaje materjałów formierskich, a mianowicie :

1/. Główny materjał służący do wykonania formy i jąder / piasek, masa, glina, różne dodatki /.-

2/. Dodatki do piasku form i do piasku jąder.-

3/. Materjały służące do wygładzania powierzchni formy i jądra względnie do powiększenia jej odporności na działanie gorącego płynnego metalu / grafit względnie pył kwarcowy do form świeżych, czernidła do form suszonych /.-

4/. Materjały uniemożliwiające przylepianie się piasku formierskiego do modelu / pył węgla drzewnego, lykopodjum i inne /.-

Jakość materjału formierskiego dostosowaną być winna do temperatury płynnego metalu względnie do ilości ciepła zawartego w płynnym metalu wypełniającym formę, więc do grubości ścianek i do wagi odlewu.-

Rozróżniamy więc materjał formierski :

a/. do metaliwa : drobnego, średniego i ciężkiego,-
b/. do żeliwa : " " " "
c/. do staliwa " " " " " .-

Główne materjały formierskie / piasek, masa, glina / są złemi przewodnikami ciepła ; ta ich właściwość czyni je w normalnych warunkach zdatnemi do użytku w odlewnictwie.- Z powodu złego przewodnictwa ciepła metal wlany do formy wypełnia jej wszystkie przekroje dokładnie.- Szczególnie dla żeliwa złe przewodnictwo ciepła materjału formy ma bardzo duże znaczenie i z tego powodu, że żeliwo w formie stygnie powoli i wskutek wydzielania się grafitu jest miękkie, obrabialne.- Złe przewo-

dzenie ciepła uważać więc należy za podstawową własność normalnych materjałów formierskich.- Ta duża zaleta zwykłych materjałów formierskich traci w specjalnych wypadkach na wartości z tego powodu, że po każdorazowym odlewie burzyć i niszczyć wypada formę.-

W tych specjalnych wypadkach stosujemy " formy trwałe " żeliwne względnie staliwne, tak że materjałem głównym formierskim jest tutaj żeliwo względnie staliwo o dużej zdolności przewodzenia ciepła czem się zasadniczo różni od zwykłego materjału formierskiego.-

Przewodnictwo ciepła piasku wilgotnego : 0,000728

" " żeliwa : 0,140

" " miedzi : 0,918

Przewodnictwo ciepła żelaza jest ca 200-krotnie większe niż przewodnictwo piasku wilgotnego.- Żeliwo tak szybko stygnące w " kokili " t.j. " trwałej formie " nie zezwala na wydzielanie się grafitu ; węgiel pozostanie w stanie związanym chemicznie w postaci Fe_3C , karbidu żelaza, bardzo twardego.- Przez wyżarzenie odlewu w temperaturze ca 900°C następuje rozkład karbidu i żeliwo staje się obrabialne.- / Rury żeliwne odlewane sposobem wirującym w nagich kokilach metodą De Lavand /.-

Według pochodzenia względnie według sposobu wyrabiania rozróżniamy :

a/. piasek formierski naturalny,-

b/. piasek syntetyczny / mieszanina piasku kwarcowego i gliny /.-

Następnie rozróżniamy " piasek nowy " albo " świeży " jeszcze nie używany do odlewu, i

" piasek stary " raz albo kilkakrotnie używany.-

Stosowano w odlewniach normalną mieszaninę nowe-

go i starego piasku nazywamy " p i a s k i e m u ż y t k o - w y m " / Gebrauchssand /.-

Oprócz tego mamy jeszcze do czynienia z piaskiem zniszczonym, zużytym, przypalonym w cięższej lub grubszej warstwie do odlewu, usuwanym w czyszczarni, zanieczyszczonym znacznie cząsteczkami żeliwa, nie nadającym się do dalszego użytku.- Ten piasek nieużyteczny przedstawia właściwą stratę piasku, jedyną stratę w dobrze urządzonych odlewniach.-

I.

GŁÓWNE MATERJAŁY FORMIERSKIE.

A/. Piasek formierski.-

W mowie potocznej rozumiemy pod piaskiem piasek rzeczny składający się z mniejszych lub większych ziarnek kwarcu względnie skał pierwotnych bez żadnej zawartości gliny.- Piasek taki bez względu na wysokie zawartości wilgoci nie nadaje się w tym pierwotnym stanie ani do wykonania formy, ani jądra.- Piasek rzeczny używamy często do wyrobu jąder, ale zawsze z dodatkiem spoiwa czy lepiszcza w postaci mąki, dekstryny, oleju i t.p.-

Mieszając czysty piasek rzeczny z odpowiednią ilością gliny, otrzymujemy t.zw. " p i a s e k s y n t e t y c z n y " stosowany jednak bardzo rzadko jako piasek formierski.- Mówiąc zaś o " piasku formierskim ", mamy na myśli zawsze piasek naturalny, zdatny bezpośrednio do użytku odlewni.- Laicy piasek formierski nazywają poprostu " gliną ", podczas gdy formierz pod

gliną rozumie prawdziwą glinę.-

Piasek formierski składa się z ziarnek piasku kwarcowego / ca 70 - 95% / i z gliny / 30 - 5% /.- Cechę piasku formierskiego otrzymują ziarnka kwarcu nie tyle przez zawartość gliny, lecz przez sposób jej rozmieszczenia.- Nie wolno myśleć, że cząsteczki gliny ułożone są poprostu obok ziarnek ; taka mieszanina nie byłaby jeszcze piaskiem formierskim.- Glina powinna być tak rozmieszczona, aby otaczała cieniutką warstwą każde ziarnko kwarcu.- Takie rozmieszczenie gliny jest charakterystyczną cechą naturalnego piasku formierskiego.- Piasek formierski powstał przez zwietrzenie skał, tworzących skorupę ziemi.- Pod wpływem ciepła i zimna pękają masywy skał ; na powiększonej powierzchni odbywa się rozkładowy proces chemiczny podtrzymywany działaniem wody i zawartego w niej kwasu węglowego / CO_2 / i powietrza.- Tworzącą się na powierzchni skał i głazów zwietrzałą cienką warstwę pyłu piaskowego i gliny unoszą albo wiatry, albo zmywa woda.- Obnażona w ten sposób powierzchnia skały narażona jest na dalsze niszczenie przez wody i powietrze.- Proces ten trwa od lat tysięcy i dzisiaj jeszcze.- Rozkładają się skały i góry maleją ; ale według wiecznie obowiązującego prawa o zachowaniu materji te wytwory rozkładu na innych miejscach się gromadzą.- Pozostają one albo w luźnym stanie na powierzchni ziemi, albo tworząc ogromnie grube warstwy pod wpływem ciśnienia i różnych procesów chemicznych zlepiają się na nowo w twarde masy / Sedimentgesteine /.- Znane są ogromne pokłady glin i kaolinu, i te liczne połączenia mineralne tworzące urodzajną glebę naszych pól.- Gdzieniegdzie wichry nagromadziły ogromne składy drobnego piasku o miąższości dochodzącej do 200 m ; pył piasku zwany " löss em " , stanowiący dzisiaj najurodzajniejszą ziemię, zajmuje na ziemi powierzchnię o 15,000.000 km^2 przy objętości 130.000 km^3 .- Według Sokołowa unosi wiatr o chyżości 4,5 - 6,7 m/sek. ziarnka piasku o średnicy 0,25 mm,

przy chyżości 6,7 - 8,4 m/sek. o średnicy 0,50 mm
" " 9,8 - 11,4 " " " 1,00 "
" " 11,4 - 13,0 " " " 1,50 "

Z drugiej strony i woda robi swoje.- Rozpadające się skały zalegają w postaci głazów i kamieni doliny i koryta rzek.- Wezbrana woda unosi ze sobą kamienie, które wskutek tarcia ciągłego przyjmują kształt okrągły i coraz bardziej malejąc tworzą piasek rzeczny lub morski.- Skorupa ziemi jest ciągle w ruchu wprawdzie powolnym, przez nas niespostrzegalnym.- Ale w przeciągu lat tysięcy tworzą się nowe morza, nowe lądy, nowe góry.- Na szczytach gór i pagórkach spotykamy piasek i okrągłe kamienie leżące niegdyś w dolinach.-

Podczas gdy " glinę " uważać należy za ostateczny wytwór procesów rozkładu skał pierwotnych, to piasek formierski przedstawia wytwór niezupełnie jeszcze zwietrzały.- Ziarnka kwarcu, czy innych materjałów tylko na swej powierzchni uległy zupełnemu zwietrzeniu i pokryte są cienką warstwą gliny ; w takim stanie stanowią dzisiaj poszukiwany przez odlewnie materjał formierski.-

Według Fr.W. Clarke´go składa się skorupa ziemi w swej grubości 16 km z 95% skał eruptywnych i 5% sedymentów, z których znowu 80% odpada na łupki, 15% na piaskowce i 5% na wapienie.- Skały eruptywne składają się pod względem mineralogicznym z 60% feldspatu i t.p., 17% piroksenu i augitu, 12% kwarcu, 4% biotytu, 0,5% apatytu i 6,5% innych minerałów.- Te same składniki mineralne spotykamy też w piaskach formierskich zależnie od miejsca wydobycia.-

Piasek formierski pod względem geologicznym nie jest cechą wyłącznie jednej formacji geologicznej, lecz znachodzi się prawie we wszystkich formacjach.- Najlepsze piaski

formierskie niemieckie pochodzą z trzeciorzędu.- Tymczasem bardzo dobre piaski daje także karbon na Śląsku, " Buntsandstein " w Turyngji i Wirtenbergji.- Piaski dla staliwni w Siegersdorf / Śląsk niemiecki / pochodzą z " górnej kredy ", " Old Red " w Anglji i Dewon w Niemczech.-

a/. Definicja piasku formierskiego.

Moldenke / znany amerykański odlewnik / określa piasek formierski w sposób następujący :

Idealnym piaskiem formierskim jest taki piasek, który składa się z równomiernie okrągłych ziarnek kwarcu, otoczonych dokładnie i równomiernie cieniutką warstwą ogniotrwałej i plastycznej gliny.-

Prof.Dr.Behr określa piasek formierski w sposób następujący :

Piaskiem formierskim jest piasek składający się z czystych, mniej więcej okrągłych ziarnek kwarcu, otoczonych cieniutką, " kollodjalną " warstwą gliny lub tlenku żelaza / Fe_2O_3 / , która po zwilżeniu pęczniejąc czyni go plastycznym i równocześnie przepuszczalnym dla powietrza i gazów.-

Z definicyj tych wynika, że głównymi składnikami piasku formierskiego są kwarc i glina.-

K w a r c , jako minerał, nie przedstawia czystej krzemionki / $Si\ O_2$ /, stanowiącej główny jego składnik.-

G l i n a czysta składa się według wzoru

$$2\ Si\ O_2 . Al_2O_3 . 2\ H_2O$$

z 46,5% SiO_2 + 39,5% Al_2O_3 + 14,0% H_2O

Glina piasku formierskiego zanieczyszczona jest bardzo często

w mniejszym lub większym stopniu żelazem w postaci Fe_2O_3 lub $Fe_2/OH/_3$ i zawdzięcza mu swój kolor czerwony, brunatny lub żółty.

Nie wszyskie gliny posiadają skład według powyższego wzoru. Przy piasku formierskim rozróżniamy przedewszystkiem dwa rodzaje glin:

a/ gliny nierozpuszczalne

b/ gliny rozpuszczalne w kwasie solnym / HCl/.-

b/ WŁASNOSCI PIASKU FORMIERSKIEGO.

Piasek formierski powinien być plastyczny, ogniotrwały, silny, przepuszczalny dla powietrza i gazu i jak najbardziej trwały.

1/ PLASTYCZNÓŚĆ PIASKU .

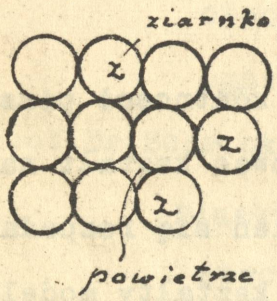
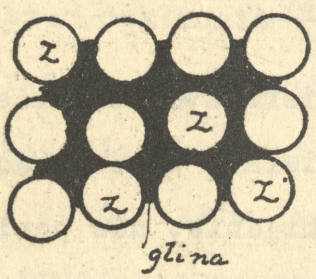
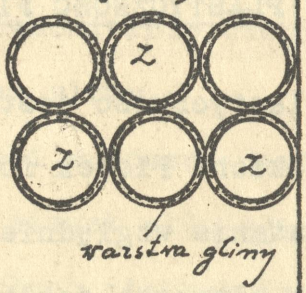
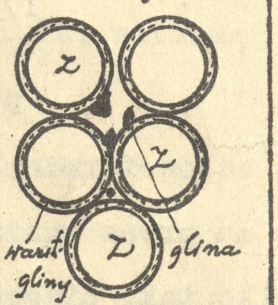
Plastyczność jest pierwszym warunkiem zdatności piasku do celów formierskich. Piasek formierski winien zachować kształt nadany mu przez zgniatanie względnie ubijanie, nie powinien się rozpadać. Tylko taki piasek odtwarza dokładnie nawet delikatne kształty modelu i umożliwia dobre odlewy. Czysty piasek rzeczny nie jest plastyczny, tak samo nie jest plastyczny suchy piasek formierski zawierający pewną ilość gliny. Dopiero po zwilżeniu piasek zawierający glinę staje się plastyczny. Ponieważ wilgoć nie czyni piasku rzecznego / bez zawartości gliny / plastycznym, uważać musimy zawartość gliny w piasku formierskim za nieodzowny warunek plastyczności. Piasek wykazujący przy najmniejszj zawartości gliny wymaganą przez formierza plastyczność uważać należy za najlepszy. Rozmieszczenie gliny w piasku może być trojakiego rodzaju:

a/ cząsteczki gliny znajdują się obok ziarnek kwarcu względnie w wolnych miejscach pomiędzy ziarnkami / rys.2 /

b/ glina pokrywa w cieniutkiej warstwie powierzchnię pojedynczych ziarnek kwarcu /rys.3/

c/ część gliny pokrywa powierzchnię ziarnek, a reszta gliny

znajduje się w wolnych miejscach pomiędzy ziarnkami / rys.4/. W pierwszym wypadku plastyczność będzie mała; w trzecim wypadku plastyczność będzie duża, ale przepuszczalność piasku ucierpi znacznie. Dlatego drugi wypadek jest w normalnych warunkach najkorzystniejszy.

Czysty piasek kwarcowy bez zaw. gliny	Trojakie rozmieszczenie gliny		
	a/ niedobrze przygotowany piasek syntetyczny z zadużą zaw. gliny	b/dobry naturalny piasek formierski z małą zaw. gliny	c/ piasek naturalny z większą zaw. gliny
rys. 1. 	rys. 2 	rys. 3 	rys. 4 

Nieodzownym warunkiem plastyczności jest pewna zawartość wody. Pod wpływem wilgoci / 6 - 12% / pęcznieje powłoka gliny na powierzchni ziarnek; siła adhezyjna rośnie pomiędzy pojedynczemi ziarnkami i masa piasku przedstawia zwięzłą całość. Wskutek pęcznienia powłoki gliny ziarnka piasku pozornie rosną, a z tem także przepuszczalność. Własności kolloidalne gliny zmacnia pewna zawartość Fe_2O_3 wzgl. $Fe_2(OH)_3$ w piasku.

Widzimy, że zawartość gliny wywiera swój wpływ dopiero w połączeniu z wodą. Woda wytwarza w połączeniu z gliną, a przedewszystkiem z zawartą w niej krzemionką / $Si O_2$/ i glinką /Al_2O_3/ i także z Fe_2O_3 pewien roztwór kolloidalny, który siłą adhezji przylega szczelnie do pojedynczych ziarnek piasku.

Stopień plastyczności zależy także w dużej mierze od wielkości i od kształtu ziarnek kwarcu.

średnica ziarnek kwarcowych waha się zwykle pomiędzy 0,3 i 0,05 mm. Piasek zawierający ca 50% ziarnek o wielkości 0,2 - 0,1 mm. śred. uchodzi za najlepszy przy odlewach o średnich grubościach ścianek. Widzimy, że ziarnka kwarcu w piasku formierskim są stosunkowo bardzo małe. Oprócz wielkości odgrywa dużą rolę także kształt ziarnek /okrągłe, podłużne zaokrąglone, podłużne szpilki, drzazgi / i kształt powierzchni / gładki, chropowaty /. Plastyczność jest najlepsza, jeżeli ziarnka kwarcu są mniejwięcej okrągłe i jeżeli ich powierzchnia jest chropowata, nie gładka.-

Plastyczność stoi w pewnym prostym stosunku do mocy /wytrzymałości/ piasku, w odwrotnym stosunku do przepuszczalności; oznacza to, że czynniki wpływające dodatnio na plastyczność wpływają w normalnych warunkach także dodatnio na wytrzymałość piasku, ale ujemnie na przepuszczalność. Dlatego w praktyce odlewniczej ocena jakości piasku nie może polegać wyłącznie na plastyczności czy wytrzymałości, lecz na plastyczności, wytrzymałości i przepuszczalności łącznie.-

2/ Ogniotrwałość.-

Podczas gdy plastyczność piasku warunkuje możliwość wykonania formy, to ogniotrwałość, moc i przepuszczalność piasku warunkują możliwość wykonania dobrego odlewu.-

Pod ogniotrwałością materjału formy rozumiemy jego odporność na działanie wysokiej temperatury płynnego żeliwa, czy staliwa bez względu na to, czy piasek z powodu niskiego punktu topnienia się spieka, czy też z powodu zawartości węglanów się rozkłada.- W pierwszym wypadku piasek spieka się z metalem, co pociąga za sobą albo niełądną powierzchnię odlewu, albo duże koszta czyszczenia, albo nawet braki z powodu małej przepuszczalności wskutek spiekania się piasku. W drugim wypadku rozkładające się pod wpływem wysokiej

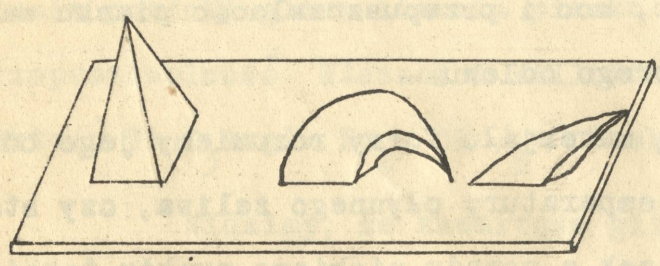
temperatury /800°C./ węglany wytwarzają w odlewach pęcherze wskutek wydobywającego się z nich kwasu węglowego /CO_2/.

Naogół ogniotrwałość leży w naturze piasku formierskiego, składającego się z trudno topliwego kwarcu i gliny. Pewna zawartość Fe_2O_3 i $Fe_2(OH)_3$ obniża nieco ogniotrwałość, ale jest mile widziana ze względu na dodatni wpływ na plastyczność i wytrzymałość piasku. Badanie ogniotrwałości jest zwykle zbyteczne, w staliwniach jest wskazane przy zmianie miejsca poboru piasku. Ocena jakości piasku nie może być we wszystkich wypadkach uskuteczniana na podstawie ogniotrwałości; znane są bowiem znakomite piaski formierskie dla pewnych gatunków odlewów, ale nie wykazujące zbyt dużej ogniotrwałości. Ogniotrwałość badamy zapomocą stożków Segera. Waha się ona pomiędzy 1730° i 1530°C. Zawartość węglanów badamy drogą analizy chemicznej w wypadkach podejrzanych.-

Przy stożkach Segera piramidy są z mieszaniny kwarcu, gliny i feldspatu.

Do pieca którego temperaturę mamy badać, stawiamy 3 stożki n.p. No 17, 16, 15. Stożek, którego szczyt ledwo dotyka podstawy jest miarodajny dla oznaczenia temperatury.

№ 17 № 16 № 15



rys. 5.

No stożków zaczynają się od 022 /600° C./ i kończą się przy No 42 / 2000°C./.- Jest ich razem 59.- Ogniotrwałość zaczyna się przy stożku No 26 /1580°C./.-

Inny sposób badania topliwości / ogniotrwałości/ piasku stosowany jest między innemi w Ameryce.- Z piasku zwilżonego 6% H_2O

robimy placki o średnicy 25 mm. i grubości 5 mm., placki te wkładamy do pieca na podstawie niklowo-chromowej i ogrzewamy do temperatury 1290° C.- Po wystygnięciu łamiemy je i badamy wygląd złomu.

1/ Piasek spieka się bardzo i jest czarny

2/ piasek spieka się mniej, ale pojedynczych ziarnek rozpoznać nie można

3/ piasek spieka się mało, pojedyncze ziarnka są widoczne i ze sobą połączone

4/ piasek nie spieka się wcale, pojedyncze ziarnka są zupełnie luźne.-

3/ M o c w z g l ę d n i e w y t r z y m a ł o ś ć p i a s k u .

/ Cohésion, Standfestigkeit, Bindefestigkeit /.-

Wyłączną przyczyną wytrzymałości piasku formierskiego jest jego zawartość gliny. Czyste ziarnka kwarcu, nawet w stanie zwilżonym, nie posiadają żadnej wytrzymałości. Lecz zawartość gliny zaczyna działać dopiero w połączeniu z wilgocią. Zawartość gliny i wilgoci to podstawowy warunek wytrzymałości piasku zgęszczonego za pomocą ręcznego ubijania, albo za pomocą prasy hydraulicznej czy pneumatycznej, albo za pomocą strzęsania /Rüttelverfahren / albo za pomocą rzucania piasku prądem ciśnionego powietrza. Przez zgęszczenie piasku zmniejszamy wolne przestrzenie pomiędzy pojedynczemi ziarnkami piasku i otrzymujemy piasek wytrzymały.- Zasadniczo należy stosować jak najmniej gliny i dobrze zgęszczać.- Duża zawartość gliny czyni piasek nieprzepuszczalny, ponadto glina wymaga dużo wody, która przy odlewaniu przemieniając się gwałtownie w parę może uszkodzić formę.- Piasek modelowy powinien być bogatszy w glinę, gdyż on najbardziej narażony jest na napór płynnego żeliwa; większa zawartość gliny nie jest szkodliwa, gdyż warstwa piasku modelowego jest stosunkowo bardzo cienka, a znajdujący się nad nim

"piasek skrzyniowy " / Fülleand / jest dobrze przepuszczalny - Przeważnie przy odlewach wysokich / rury lane stojąco, kokile dla stalowni etc./ baczną zwracać należy uwagę na wytrzymałość formy ze względu na duże ferrostatyczne ciśnienie.- Jeżeli ciężar właściwy płynnego żeliwa wynosi 7 kg./dm^3, to ciśnienie ferrostateczne słupa o wysokości 1000 mm. wynosi 0,7 atm. = 0,7 kg/cm^2.- Przy rurach o długości 5 m ciśnienie to u dołu wynosi 3,5 kg/cm^2.- Jeżeli wytrzymałość ścian formy na ciśnieniu jest mniejsze niż ciśnienie słupa żeliwa płynnego, wówczas forma się powiększa i wymiary zewnątrz odlewu są większe niż być powinne.- Jeżeli forma nie jest równomiernie ubita, to ciśnienie żeliwa wytłacza w słabiej ubitych miejscach wgłębienia i powierzchnia odlewu wykazuje pogrubienia, niekiedy w postaci " guzów".- Jeżeli forma jest zbyt słaba wtedy prąd płynnego żeliwa odrywa części formy, piasek miesza się z płynnem żeliwem, gromadzi się na powierzchni i niekiedy podczas dalszego odlewania przyczepia się do ściany formy.- Powierzchnię odlewu w miejscu wyrwania wgłębienia w formie wykaże chropowate, często napełnione pęcherzami miejsca, zaś w miejscu gromadzenia się piasku na ścianie formy odlew będzie wykazywał wgłębienia i często za małą grubość ścianki.-

Wytrzymałość zależy od wielkości i kształtu ziarnek, podobnie jak plastyczność.- Im mniejsze ziarna, tem większa wytrzymałość i plastyczność.- Ale bardzo drobne ziarna czynią piasek nieprzepuszczalny.- Dlatego drobny piasek nie powinien zawierać dużo gliny, któraby jeszcze powiększyła nieprzepuszczalność.- Drobny piasek nadaje się tylko do drobnych odlewów, nie wymagających dużej wytrzymałości piasku.-

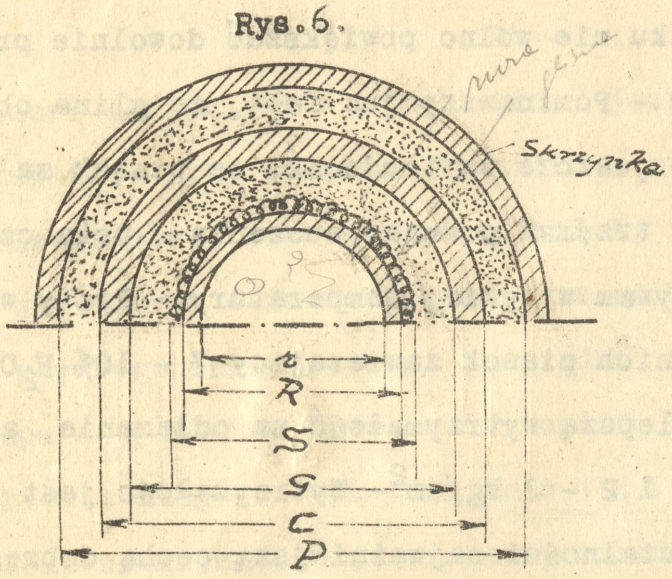
Wytrzymałość piasku byłaby tem większa, im więcej w piasku jest ziarnek w postaci szpilek czy drzazg; te jednak obniżają przepuszczalność; dlatego musimy się zadowolić piaskiem z ziarnkami mniejwięcej okrągłemi, ale z powierzchnią chropowatą.-

Wytrzymałości piasku nie wolno powiększać dowolnie przez powiększanie zawartości gliny.- Pominąwszy już fakt, że glina obniża przepuszczalność, zachodzi jeszcze ta trudność, że piasek za tłusty - chociażby się dobrze trzymał podczas suszenia.- pęka często podczas odlewania pod wpływem wysokiej temperatury.- Próby wykazały, że przy odlewach średnich piasek zawierający 7 - 10% H_2O i 8 - 12% gliny wykazywał najlepszą wytrzymałość na odłamanie, a mianowicie 12 - 20 g/mm^2 t.j. 1,2 - 2 kg/cm^2.- Wytrzymałość jest obok plastyczności i przepuszczalności najważniejszą cechą dobrego piasku formierskiego.-

Poniższa tabelka podaje nam z zużycie słomy, piasku i gliny na 100 kg rur gładkich o podanych średnicach.-

	r.	R	S	G	C	P	Sł.	na 100 kg rur gład.		
								gl.	pias.	S-a
100	49	65	80	100	118	220	2,3	21,6	209,4	233
200	140	160	180	200	222	340	2,8	19,0	166,0	188
300	230	250	270	300	326	465	2,7	24,5	158,2	185
400	310	330	360	400	430	580	3,0	29,5	148,6	181
600	506	530	560	600	636	790	3,0	24,0	112,0	139
800	702	730	760	800	844	995	2,4	20,3	90,0	113
1000	902	930	960	1000	1052	1210	2,2	17,3	102,0	131
1200	1102	1130	1160	1200	1260	1430	1,9	14,5	127,0	143

Rys.6.



Do tego przychodzi na nadlewy i kielichy 6%; do tej podwyższonej cyfry o 6% dolivza się na braki ca 10% !

4/ P r z e p u s z c z a l n o ś ć

piasku dla powietrza i gazów.-

/ Perméabilité /

Przy odlewaniu formy obowiązuje zasada trzymać zawsze wlew pełny, aby prąd żeliwa nie porywał ze sobą powietrza.- W miarę napełniania się formy powinno zamknięte w nim powietrze swobodnie uchodzić przez pory piasku; piasek więc powinien być przepuszczalny dla powietrza.- Przy formach świeżych / niesuszonych/ piasek zawiera około 10% wody, która pod wpływem wysokiej temperatury płynnego metalu przemienia się w parę, para ta znaleźć powinna wygodne ujście przez piasek.- Przy stygnięciu metalu wydzielają się gazy; wskutek wysokiej temperatury spala się dodany do piasku węgiel kamienny, albo pył koksu zawarty w czernidle, wzgl. pył modelowy / n.p.lykopodium/.- Gazy niedokładnego spalania przeważnie jako CO ujść winny przez piasek, a nie przez płynne żeliwo.- O ilości świadczy mniej lub więcej długi płomień palących się gazów uchodzących z formy przez specjalne wyloty, albo wzdłuż ścian skrzyni.-

Przepuszczalność nie jest równoznaczną z porowatością.- Porowatość oznacza odsetkowy stosunek wszystkich por t.j. wolnych miejsc pomiędzy pojedynczemi ziarnkami piasku do ogólnej przestrzeni piasku.-

$$p\,\% = \frac{p}{P} \cdot 100$$

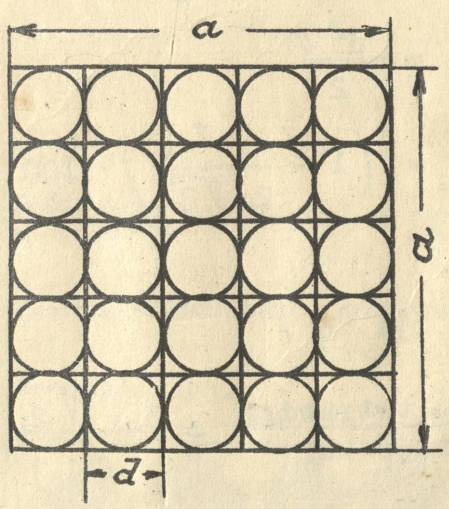
Przyczem p = pory w cm³ P = objętość bryły piasku w cm³ p% = porowatość objętościowa.-

Przepuszczalność natomiast oznacza porowatość przekroju i opór piasku stawiany przepływowi powietrza, pary i gazów.- Piasek którego ziarnka są zupełnie okrągłe i zupełnie równe, posiada największą porowatość bez względu na wielkość średnicy ziarnek.- Tymczasem przepuszczalność będzie przy dużych ziarnkach większa, niż przy ziarnkach małych.-

Z koleji zajmiemy się obliczeniem porowatości wzgl. przepuszczalności poszczególnych ugrupowań ziarnek.-

Ia/ Porowatość " objętościowa".-

Rys. 7.



Objętość $V = a^2 \cdot d = n \cdot d^3$

Ilość kulek n obliczamy z ilości kostek:

$$n = \frac{a^2 d}{d^3} = \left(\frac{a}{d}\right)^2$$

Objętość jednej kulki $\frac{d^3 \cdot \pi}{6}$

Objętość wszystkich kulek

$$K = n \cdot \frac{d^3 \cdot \pi}{6} = \frac{a^2}{d^2} \cdot \frac{d^3 \cdot \pi}{6} = \frac{a^2 \cdot d \cdot \pi}{6}$$

$V = a^2 \cdot d$

$$p = 100\,\frac{V - K}{V} = \left(1 - \frac{\pi}{6}\right) \cdot 100$$

$$p = 47,8\,\%$$

Ib/ Przepuszczalność "powierzchniowa" / p. rys. 7 /.-

Powierzchnia cała $P = a^2 = n \cdot d^2$. Ilość kulek $n = \frac{a^2}{d^2}$

Powierzchnia jednej kulki o średnicy d $k = \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$

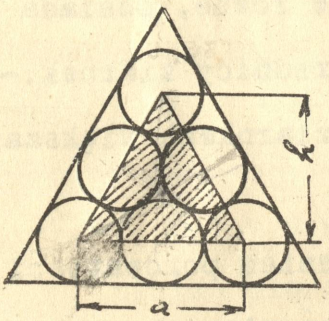
Powierzchnia wszystkich kulek $K = n \cdot k = \frac{a^2}{d^2} \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{a^2 \cdot \pi}{4}$

Wolna przestrzeń $p = P - K = a^2 - \frac{a^2 \cdot \pi}{4} = a^2 \cdot \left(1 - \frac{\pi}{4}\right)$

Przepuszczalność $\Lambda = 100 \frac{p}{P} = 100 \cdot \left(1 - \frac{\pi}{4}\right) = 21{,}5\%$

IIa/ Przepuszczalność przy ułożeniu kulek najgęstszem.-

Rys. 8.



$$f = \frac{a}{2} \cdot h$$

$$h = \frac{a}{2} \cdot \sqrt{3}$$

$$f = \frac{a^2}{4} \cdot \sqrt{3}$$

$$a = 2d$$

$$f = \frac{4d^2}{4} \cdot \sqrt{3} = d^2 \cdot \sqrt{3}$$

Powierzchnia kół $= \frac{3}{2} k + \frac{3}{6} k = 2k$

$$k = \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$$

$$K = \frac{2d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{d^2 \pi}{2}$$

$$\Lambda = \frac{f - K}{f} = \left(1 - \frac{\pi}{2 \cdot \sqrt{3}}\right) \cdot 100$$

$$\Lambda = 9{,}2\%$$

IIb/ Porowatość objętościowa / p. rys. 8 /

$$m = \frac{T}{K} = \frac{\text{Objętość tetraedra}}{\text{Objętość kul}} = \frac{3 \cdot \sqrt{2}}{\pi}$$

Porowatość objętościowa $p = 100 \frac{T - K}{T} = 100 \cdot \frac{Km - K}{Km} =$

$$= 100 \frac{3 \cdot \sqrt{2} - \pi}{3 \cdot \sqrt{2}} = 100 \cdot \left(1 - \frac{\pi}{3 \cdot \sqrt{2}}\right)$$

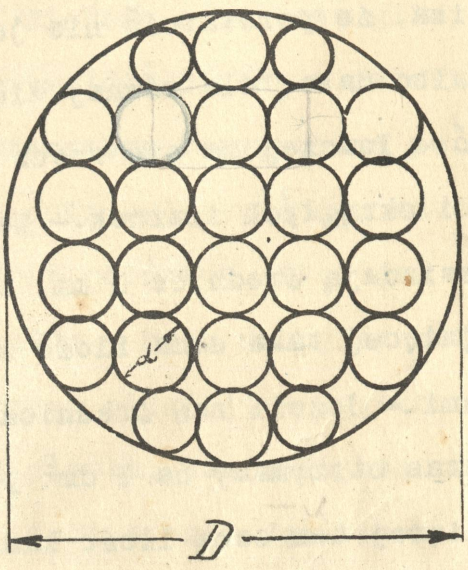
$$p = 25{,}9\%$$

IIIa/ Porowatość "objętościowa" dla walca / D / o wysokości jednego ziarna o średnicy d.-

$$V = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot d = n \cdot d^3$$

$$n = \frac{D^2 \cdot \pi}{4d^2} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{D^2}{d^2}$$

Rys. 9.



$$K = \frac{D^2}{d^2} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \frac{d^3 \cdot \pi}{6} = \frac{D^2 \cdot d \cdot \pi^2}{4 \cdot 6}$$

$$p = \frac{V - K}{V} = 1 - \frac{\pi}{6}$$

$$\%p = 100 \left/ 1 - \frac{\pi}{6} \right/ = 47{,}8\%$$

IIIb/ Przepuszczalność przekroju okrągłego.-

$$P = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} = n \cdot d^2$$

$$n = \frac{D^2 \cdot \pi}{4d^2} = \left/ \frac{D}{d} \right/^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$

$$k = \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$$

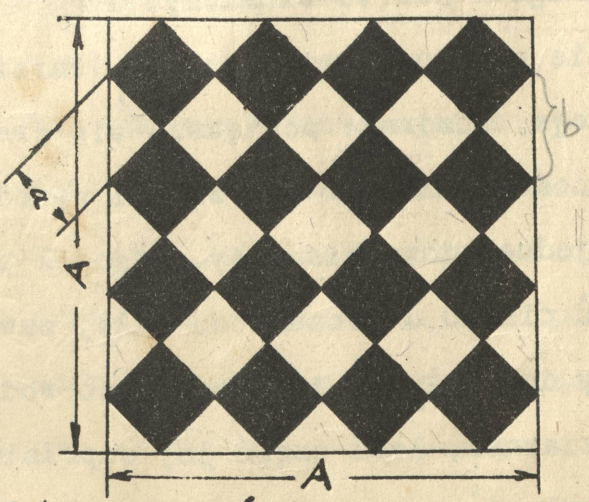
$$K = n \cdot k = \frac{D^2}{d^2} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$$

$$K = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot \frac{\pi}{4}$$

$$\lambda = \frac{P - K}{P} \cdot 100 = 100 \left/ 1 - \frac{\pi}{4} \right/ = 21{,}5\%$$

IVa/ Przepuszczalność "kostek"

Rys. 10.



$$P = A^2$$

Ilość kwadr. $n = \left/ \frac{A}{b} \right/^2 = \frac{A^2}{2a^2}$

$$b = a \cdot \sqrt{2}$$

Powierzchnia n kwadratów

$$K = n \cdot a^2$$

$$\lambda = 100 \frac{P - K}{P} = 100 \left/ 1 - \frac{1}{2} \right/$$

$$= 50\%$$

IVb/ Porowatość kostek objętościowa.- / p. rys. 10 /

$$V = A^2 \cdot h = A^2 \cdot a \cdot \sqrt{2} \qquad k = a^3$$

$$n = \frac{A^2}{h^2} = \frac{A^2}{2a^2} \qquad h = a \cdot \sqrt{2}$$

$$K = n \cdot a^3 = \frac{A^2}{2a^2} \cdot a^3 = \frac{A^2 a}{2}$$

$$p = 100 \frac{V - K}{V} = 100 \left/ 1 - \frac{1}{2 \cdot \sqrt{2}} \right/ = 64\%$$

Z powyższych wzorów wynika, że porowatość nie jest zależna od średnicy ziarnek; duże, albo małe, ale równej wielkości ziarnka warunkują tę samą porowatość.- Inaczej ma się rzecz z przepuszczalnością przy zmianie wielkości okrągłych ziarnek.- Na 1 dm^2 przekroju piasku, którego ziarnka posiadają średnice 1 mm, znajduje się 100^2 = 10.000 ziarnek i mniejwięcej taka sama ilość miejsc wolnych / kanałów / pomiędzy ziarnkami.- Jeżeli zaś średnica ziarnek zmniejsza się n.p. do $\frac{1}{2}$ mm, wówczas otrzymamy na 1 dm^2 przekroju piasku 40.000 ziarnek i mniejwięcej tem samą ilość kanalików; ogólny przekrój kanalików będzie tan sam, jak przy ziarnkach dwukrotnie grubszych, ale ilość ich będzie czterokrotna, więc przekrój jednego kanalika wynosić będzie 1/4 przekroju przy dwukrotnej średnicy ziarnek piasku.- Im mniejszy przekrój, tem większe tarcie, tem mniejsza przepuszczalność dla tej samej ilości powietrza i gazów

Badania wykazały, że przepuszczalność piasku suchego jest mniejsza niż piasku wilgotnego.- Jak to tłumaczyć ?

Otóż przez zwilżenie piasku formierskiego warstewka gliny otaczająca ziarnka pęcznieje, pozornie powiększa się średnica ziarnek i także przepuszczalność zgodnie z powyższemi wywodami.- Stopień zwilżenia nie może być jednak dowolnie duży.- Naogół powiedzieć można, że przepuszczalność piasku o stosunkowo małej zawartości gliny wzrasta z ilością wody do 7% H_2O.- Większa ilość wody nie przyczynia się do powiększania ziarnek, lecz część jej zapełnia pory i zmniejsza tem samem przepuszczalność.-

Dla przepuszczalności niebezpieczny jest niekorzystny skład dużych i bardzo małych ziarnek.- Drobne cząsteczki piasku

gromadzą się w porach pomiędzy grubemi ziarnami i obniżają znacznie przepuszczalność.- Dlatego tylko taki piasek jest dobry, który składa się przeważnie z ziarnek mniej więcej tej samej wielkości.-

Większa zawartość gliny obniża przepuszczalność, powiększa zaś wytrzymałość piasku.- Zależnie od wielkości odlewu i odciśnienia ferrostatecznego rezygnujemy po części z przepuszczalności, jeżeli chodzi o dużą wytrzymałość, natomiast rezygnujemy z wytrzymałości przy małych odlewach, stosując piasek drobny z bardzo małą zawartością gliny.- Przy danej zawartości gliny powiększamy wytrzymałość piasku przez silniejsze zgęszczanie / ubijanie/.- Im większe zgęszczenie piasku, tem mniejsza przepuszczalność.- Teoretycznie dobry jest taki sposób zgęszczania, przy którem zgęszczanie jest największe około modelu, a w miarę oddalania się od modelu maleje, osiągając najmniejszą wartośc na zewnętrznej - górnej czy dolnej - powierzchni formy.- Przy ubijaniu ręcznem bezwątpienia piasek w ten sposób zgęszczać możemy, gdy zależy to jedynie od woli formierza.- Formierz regulować może stopień zgęszczania piasku dowolnie i od jego wprawy i doświadczenia zależy, czy wykona zgęszczenie w różnych miejscach formy odpowiednio.- Dobry, doświadczony formierz ubija formę nie mocno i nie słabo, właśnie tak, jak tego wymaga dany gatunek modelu; formierz taki pracuje ekonomicznie tak pod względem swojej siły fizycznej jakoteż pod względem dobroci odlewu i ilości braków.- Formierz mniej doświadczony ubija formy albo za słabo, albo za mocno.- W pierwszym i drugim wypadku pracuje nieekonomicznie; z powodu za słabego ubijania ilość braków wzrasta i formierz chcąc osiągnąć cały zarobek musi ubic więcej skrzyń z powodu braków.- W drugim wypadku formierz albo niepotrzebnie wydaje więcej siły fizycznej i odlewa mimo trochę za silnego ubijania dobre odlewy, albo odlewy są złe z powodu za dużego zgęszczenia piasku i formierz pracuje w dwojaki sposób nie ekonomicznie.-

Przy ocenie wydajności robotnika czy maszyny nie wystarczy uwzględniać wyłącznie ilość wykonanych form, lecz także stopień ich zgęszczenia.- Wynika to z następującego przykładu: Formierz A w przeciągu 8 godzin wykonuje 30 skrzyn o pojemności łącznej 15.000 dm^3, przyczem ciężar przestrzenny zgęszczonego piasku wynosi 1,4 kg/dm^3; waga ubitego w 8 godzinach piasku wynosi więc 15.000 . 1,4 = 21.000 kg.- Formierz B ubija w tym samym czasie tylko 24 skrzyń o łącznej pojemności 12.000 dm^3.- Wynikałoby z zestawienia cyfr 15.000 większej od 12.000 dm^3, jakoby formierz B mniej się wysiłał, niż formierz A; tymczasem tak nie jest, jeżeli ciężar zgęszczonego przez formierza B piasku wynosił 1,8 kg/d i ogólna waga piasku w 24 skrzyniach wynosi 12.000 . 1,8 = 21.600 kg Formierz B pracował więc usilniej niż formierz A, gdyż zdołał ubic 21.600 kg piasku, więc o 600 kg. piasku więcej niż formierz A.- Jeżeli dla danego gatunku modlewu wystarczyło zgęszczenie słabsze / 1,4 kg/dm^3 /, to formierz A pracował bardziej ekonomicznie niż formierz B.

Dla danego gatunku piasku obowiązuje twierdzenie, że przepuszczalność i porowatość w równej mierze zmieniają się w miarę zmiany stopnia zgęszczania piasku.- Ponieważ stopień zgęszczania wyraża cyfra ciężaru objętościowego piasku, a zgęszczanie warunkuje pewien stopień porowatości wzgl. przepuszczalności, więc można przy porównywaniu różnic mocno zgęszczonych piasków za miarę porowatości czy przepuszczalności uważać ciężar przestrzenny ubitego piasku. Stosunek ciężarów objętościowych n.p. 1.8/1,4 kg/dm^3 służy za podstawę oceny zgęszczenia piasku; stosunek ciężarów odwrotny 1,4/1,8 daje nam miarę porowatości czy przepuszczalności.-

Z różnicy ciężaru właściwego i objętościowego piasku ubitego moglibyśmy obliczyć porowatość p w sposób następujący:

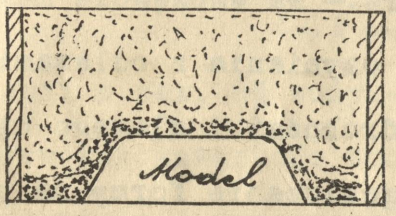
$$p = \frac{C - c}{C} \cdot 100$$

przyczem C = ciężar właściwy, c = ciężar objętościowy.-

Przyjmując C = 2,5 kg c = 1,6 kg otrzymamy p = 36%.- C i c są ciężarami właściwemi suchego piasku; w rzeczywistości mamy do czynienia z piaskiem wilgotnym / bliżej w rozdziale następnym /.-

Drugim teoretycznie dobrym sposobem zgęszczania piasku jest sposób wstrzęsania form / Rüttelverfahren, machines a mouler á secousses á air comprimé /.- Tutaj piasek zgęszczony jest najbardziej na modelu, w miarę oddalania od modelu coraz mniej /rys.11/.-

Rys. 11.

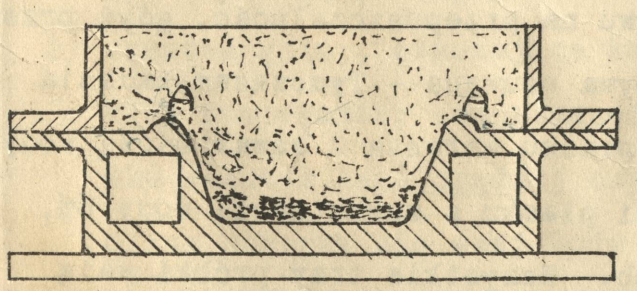


Ten idealnie dobry sposób zachowany być może tylko przy pełnych odlewach.- Jeżeli mamy do czynienia n.p. z formą wanny, to jedna część formy /górna / będzie zgęszczona prawidłowo, druga zaś / dolna/ nieprawidłowo.- Widzimy to na rysunku 12a, 12b, 12c.-

Rys. 12. Formowanie wanny na " strzęsawce "

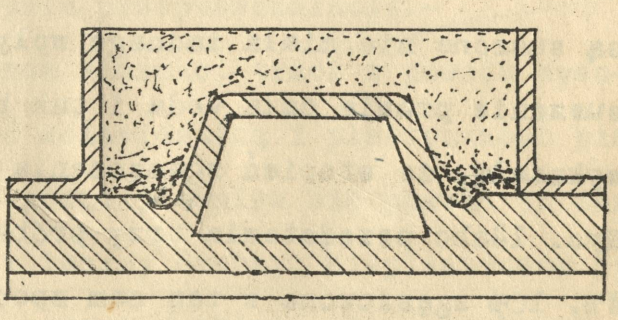
12a.

Formowanie dolnej skrzyni



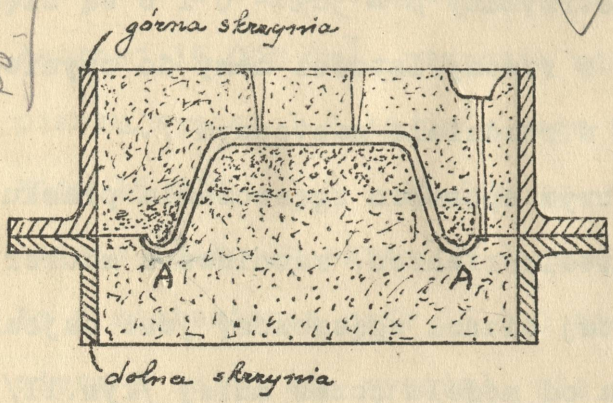
12b

Formowanie skrzyni górnej -



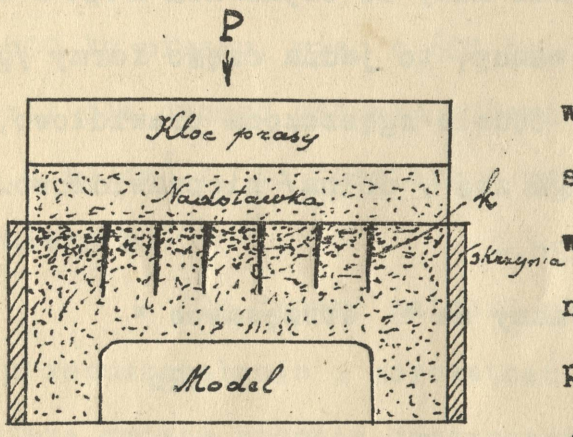
12c

Złożona forma gotowa



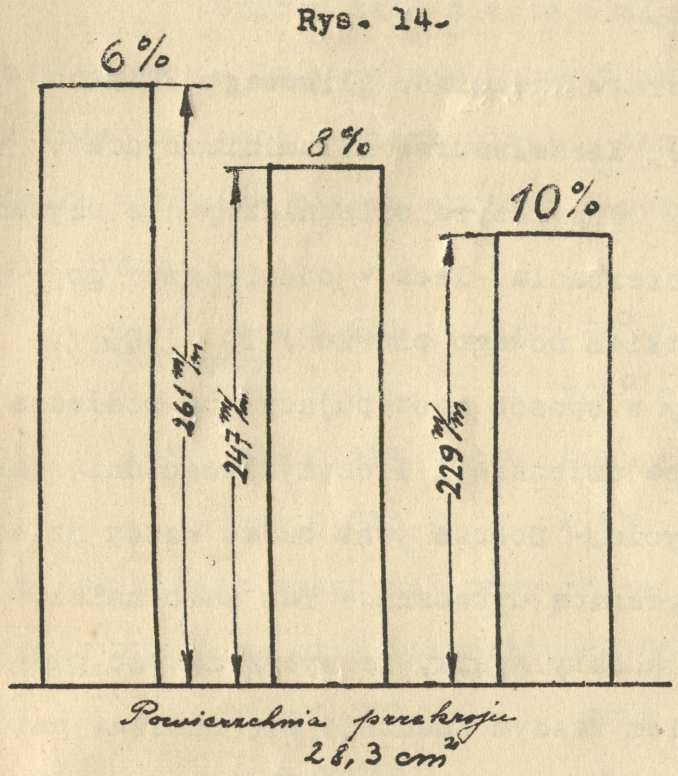
Rys. 13.

Brzeg wanny w skrzyni dolnej /A/ narażony na największe ciśnienie ferrostatevzne jest naluźniej ubity.- Na prasach hydraulicznych czy pneumatycznych zgęszczanie odbywa się nieprawidłowo; forma na modelu jest zgęszczona mniej niż na górnej powierzchni formy /rys. 13/.- Skutek jest taki, że górna część formy jest mało porowata i gazy uchodzące z formy trudno i powoli wydobywać się mogą na zewnątrz.- Na szczęście mamy zwykle do czynienia z odlewami stosunkowo drobnemi i dlatego nieprawidłowe zgęszczanie formy na prasach nie odgrywa znaczniejszej roli w praktyce.- Pozatem przepuszczalność powiększyć można sztucznie przez urządzenie kilku kanalików /k/ w górnej części formy.-



Zawartość wody w piasku formierskim ma duży wpływ na przepuszczalność; za duża ilość wody jest szkodliwa podwójnie; po pierwsze obniża przepuszczalność, po drugie powiększa ilość pary. Zdawałoby się jakoby zawartość wody w formach, które przed odlewem są suszone nie miała żadnego wpływu na przepuszczalność, gdyż przez suszenie prawie cała woda i tak bywa usuwana.- Tymczasem badania wykazały, że stopień zgęszczenia piasku wzrasta z zawartością wody, Rys. 14abc przedstawia trzy próbki piasku z zawartością wody 6%, 8%, 10% zgęszczone w ten sam spoób.- Wszystkie trzy próbki ważą w stanie wilgotnym 1000 gr, w stanie suchym zaś 940, 920, 900 gr,

Rys. 14.



podczas gdy objętość ich wynosi 738,6, 699, 648,1 cm^3.- Z wagi w stanie suchym i z objętości obliczamy ciężar właściwy:

$$c = \frac{G}{V}$$

Próbki z pierwotną zawartością wody 6% wykazują

	gęstość	1,272 g
z zaw	wody 8%	1,316 "
z zaw	wody 10%	1,388 "

Zgęszczenie próbki z zaw. wody 10% jest o ca 9% większe niż próbki z zaw. 6% wody.- Wynika z tego że nawet przy formach suszonych pierwotna zawartość wody w piasku jest bardzo ważna ze względu na porowatość i przepuszczalność.-

5/ T r w a ł o ś ć p i a s k u .

/ Durabilité /

Im częściej możemy użyć ten sam piasek bez dodatku piasku nowego do odlewania form, tem piasek jest trwalszy.- Podstawowe swe własności / plastyczność, wytrzymałość, przepuszczalność / traci piasek z dwóch powodów:

1/ ziarnka piasku pod wpływem wysokiej temperatury pękają i tworzą pył obniżający w wysokim stopniu przepuszczalność.-

2/ Warstwa gliny, otaczająca każde ziarnko, traci z powodu wysokiej temperatury swą własność kolloidealną i plastyczność piasku wskutek tego prędzej czy później obniża się prawie do zera.- Glina pozbywa się swej wody i tworzy drobny, nieplastyczny pył.- Piaski, których spoiwo / agglomerat / składa się z wodorotlenu żelaza $Fe_2/OH/_3$ prędzej się starzeją, niż piaski ze spoiwem

składającem się wyłącznie z hydratu krzemianu glinowego /Eisenoxydhydrat, oxyde de fer hydrate, Kieselsaures Alluminiumhydrat, silicate d aluminium hydrate / W praktyce odlewniczej nie używamy piasku aż do zupełnego jego wyczerpania, lecz " odświeżamy" go w pewnych odstępach czasu dodatkiem nowego piasku / 10 - 30% /.-

Trwałość piasku badamy w sposób następujący: na podłodze układamy tyle piasku, ile trzeba dziennie i liczymy ilość dni, jak długo piasek był zdatny do użycia.- Dobrze jest badać każdy dzień wytrzymałość piasku i ustalić granicę użyteczną.- Tak samo należy badać przepuszczalność.- Badania dały wynik, że wytrzymałość piasku wskutek utraty spoiwa z dniem każdym znacznie się obniża; natomiast przepuszczalność obniża się bardzo powoli.- Tłumaczyć należy to tem, że glina tracąc swą siłę adhezyjną, przyczynia się do powiększenia przepuszczalności.- Stosunki takie odnosic się mogą do danego gatunku piasku i nie mają prawdopodobnie ogólnego znaczenia.

W odlewniach wyrabiających duże odlewy nie potrzeba odświeżac piasku przez kilka dni, jeżeli już używany piasek rozdrobimy i przesiejemy na nowo.

Ponieważ na trwałość piasku wpływa wysoka temperatura żeliwa, więc często trwałość piasku utożsamia się z ogniotrwałością.-

6/ Ciepło właściwe i przewodność ciepła piasków.

a/ Ciepło właściwe.

Ciepło właściwe c oznacza ilość ciepła w ciepłostkach, zużytą do podniesienia temperatury danego ciała o 1 stopień.- Ciepło właściwe nie jest stałe dla wszystkich okresów temperatur, wzrasta z wysokością temperatury.- Dlatego zwykle podaje się okres temperatur, dla którego oznaczono ciepło właściwe n.p.ciepło właściwe c przy temperaturze 15 - 16 stopni C.-

Oprócz tego ciepło właściwe zależy od porowatości i wilgoci piasku.- Im mniejsza porowatość tem mniejsze ciepło właściwe: im mniej wilgoci zawiera piasek, tem mniejsze ciepło właściwe.- Ciepło właściwe piasku suchego o porowatości 38% przy różnych temperaturach:

c = 0,201 przy 50° C.
c = 0,208 " 204° C.
c = 0,213 " 403° C.
c = 0,218 " 476° C.-

Ten sam piasek wykazywał przy różnej zawartości wody następujące ciepło właściwe przy temperaturze 50° C

c = 0,201 przy 0% wody
c = 0,218 " 3,1% wody
c = 0,238 " 5,15% "
c = 0,273 " 9,96% "
c = 0,34 " 15,03% "

Ciepło właściwe oznaczamy zapomocą kalorymetru.- Pewną ilość piasku o wadze m gramów i temperaturze t°C wrzucamy do wody kalorymetru i prędko mieszamy.- Waga wody została poprzednio ściśle określona i wynosi w gramów, temperatura jej pierwotna była t_1° C., i podwyższyła się do temp. T°C.- Obowiązuje równanie

$$m \cdot / t - T / \cdot c = w / T - t_1 / + w' / t - T /$$

$$c = \frac{1}{m} / w \frac{T - t_1}{t - T} - w' /$$

Piaski wilgotne można badać najwyżej dla temperatury piasku 70° C, gdyż dalsze ogrzewanie wilgotnego piasku wywołuje silne odparowanie wilgoci.-

Piasek do form suszonych: 25% piasek nowy,

3% pył węglowy, 7,3% wody, t = 50° C. c = 0,210

Piasek do form świeżych: 10% piasek nowy
4% pył węglowy, 10,1% wody c = 0,231
Piasek gliniasty chudy 10% wody c = 0,22
" " średni " c = 0,23
" " tłusty " c = 0,22

b/ Przewodność ciepła piasków formierskich.-

Pod przewodnością ciepła rozumiemy tę ilość ciepłostek k, przechodzących w sekundę przez powierzchnię f cm^2 danego ciała o grubości h cm przyczem na odległości 1 cm od powierzchni obiżenie temperatury wynosi 1^oC.- Stosunki przewodności ujął Fourier następujące równanie:

$$q = k \cdot df \frac{dt}{dh} \cdot z$$

Ilość ciepła / q / przechodząca przez płytę o powierzchni f cm^2 i grubości h cm jest w pewnym stosunku do czasu z, do powierzchni f i do różnicy temperatur dt.- Znane są sposoby określania przewodności opracowane przez Forbes a i Schleiermachera.- Forbes mierzy wzrost temperatury za pomocą termoelementów ustawionych w równoległych odległościach od stałego źródła ciepła.- Sposób zaś Schleiermachera polega na mierzeniu ilości ciepła, przechodzące z rurki ogrzewanej stałym prądem elektrycznym przez próbkę piasku.- Wyniki są w obydwóch sposobach prawie te same.-

Różne dane: piasek suchy o porowatości 38% k = 0,000443
" " " 34% k = 0,000439
inny gatunek piasku suchego " 33% k = 0,000321
ten sam gatunek " " trochę zgęszcz. k = 0,000410

Suchy piasek ubity zgęszczony posiada większą przewodność ciepła, niż piasek luźny.- Piasek wilgotny przewodzi ciepło daleko lepiej niż suchy, jak wynika z następujących przykładów:

Piasek suchy	p = 34%, H_2O = 0%	k = 0,000439
" wilgotny	" = 8%	k = 0,000728
" "	" = 12%	k = 0,002450
glina sucha	" = 0%	k = 0,00033
" wilgotna		k = 0,00210
" piaszczysta sucha		k = 0,00045
" " wilgotna		k = 0,00320
suchy biały piasek kwarcowy	p = 42%	k = 0,0005621
" " proszek kwarcowy	p = 52%	k = 0,0002220

W praktyce odlewniczej krzepnący i stygnący odlew przedstawia zmienne źródło ciepła i dlatego stosunku przewodności tem trudniej ująć cyfrowo.-

Przy badaniu ogniotrwałości piasku za pomocą stożków Segera wchodzą w rachubę dwa czynniki; temperatura i czas trwania działania wysokiej temperatury.- W praktyce odlewniczej po odlaniu formy obydwa czynnki ulegają zmianie tem silniej, im mniejszy jest stosunek wagi odlewu do powierzchni formy i im większą posiada przewodność ciepła materjał formierski; odlewy drobne, cienkościenne stygną bardzo szybko; czas trwania działania wysokiej temperatury płynnego żeliwa jest stosunkowo bardzo krótki, przedewszystkiem wtedy, jeżeli żeliwo odlane było do formy nie suszonej, lecz świeżej; przewodność ciepła zwilżonego piasku jest bowiem dwa do sześć razy większa,niż przewodność piasku suchego.- Z tego powodu przy odlewach cienkich stosowany jest z dobrym wynikiem często piasek, który przy badaniu za pomocą stożków Segera okazał się mało ogniotrwały.- Ogniotrwałość nie może więc być uważana za ogólnie obowiązującą podstawę do oceny zdatności piasku, przy odlewach cienkościennych nie ma ogniotrwałość większego znaczenia, natomiast przy odlewach dużych, stygnących powoli, odgrywa dużą rolę.- Całkowita ilość ciepła zawarta w 1 dm^3 płynnego żeliwa o ciężarze właściwym 7 kg/dm^3

o temperaturze lania T°C. i o ciepliku właściwym c, wynosi w ciepłostkach

$$C = 7 \cdot / T \cdot c + 25 /$$

przyczem ciepło utajone wynosi 25 ciepłostek przy szarem żeliwie, c = 0,21.- Przyjmijmy, że żeliwo posiada w momencie lania temperaturę T = 1300° C.; wtedy ilość ciepła uwalniająca się podczas krzepnięcia i stygnięcia 1 dm^3 żeliwa wyniesie:

$$C = 7 \ / 1300 \cdot 0,21 + 25 / = 2086 \text{ ciepł.}$$

Taką ilość ciepła oddaje odlew o objętości 1 dm^3 w przeciągu pewnego czasu w formie, nim zupełnie wystygnie; czas stygnięcia będzie tem krótszy, im większą powierzchnię będzie miał odlew; kostka o boku 1 dm posiada powierzchnię 6 dm^2, natomiast płyta o tej samej objętości, ale o grubości n.p. 5 mm, posiada powierzchnię - nie licząc boków - $2 \cdot 20 = 40$ dm^2, więc 6,6 krotną.-

W pierwszym wypadku mamy:

$$n = \frac{V}{P} = \frac{a^3}{6\,a^2} = \frac{1}{6}\,a, \text{ więc } n_1 = \frac{1}{6} = 0,166 \text{ dla } a = 1$$

$$n_c = \frac{1}{6} \cdot 2086 = 347 \text{ ciepł.}$$

W drugim wypadku wynosi:

$$n = \frac{V}{P} = \frac{A^2 \cdot s}{2A^2} = \frac{s}{2}, \text{ więc } n_1 = \frac{0.05}{2} = 0,025 \text{ dla } s = 5 \text{ mm}$$

$$n_c = 0,025 \cdot 2086 = 52 \text{ ciepł.}$$

Jeżeli w obydwóch wypadkach użyto do wykonania formy tego samego piasku formierskiego i odlewano do formy n.p. nie suszonej, to płyta o grubości 5 mm wystygnie 6,6 razy prędzej niż kostka - Możemy więc powiedzieć: Przy danej objętości, czy wadze, odlewu wykonanego w formie z tego samego materjału formierskiego długość czasu stygnięcia jest w odwrotnym stosunku do wielkości powierzchni odlewu

Piasek wchłania ciepło żeliwa i ogrzewa się do pewnej temperatury.- Przyjmijmy, że żeliwo krzepnie i stygnie natychmiast i że forma w okamgnieniu pochłania całe ciepło, to - nie uwzględnia

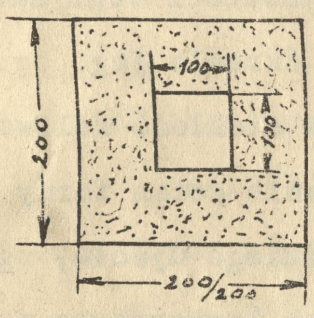
jąc promieniowania – temperatura piasku formy zależeć będzie od ilości piasku P w formie i od jego ciepła właściwego c_1.-

$$P \cdot c_1 \cdot t = C$$

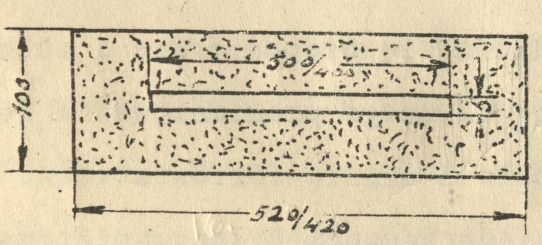
przyczem P = waga piasku w kg, $c_1 = 0,25$ = ciepło właściwe piasku wilgotnego.-

$$t = \frac{C}{P \cdot 0,25}$$

Rys. 15.



Rys 16.



Jeżeli forma piasku /rys.15/ zawiera 7 dm^3 czyli 7 . 1,8 = = 12,6 kg piasku otrzymamy

$$t_k = \frac{2086}{3,15} = 662^0\ C$$

Odlewając płytę/rys.16 / w formie o objętości 5,2 . 4,2 . 1 = 21,84 dm^3, z czego 1 dm^3 odpada na odlew, ciepło stygnącego żeliwa wchłania 20,84 . 1,8 = 37,5 kg piasku, którego temperatura podniesie się do

$$t_p = \frac{2086}{37,5 \cdot 0,25} = 222^0 C$$

Widzimy, że przy tak małych odlewach nawet w najgorszym wypadku t.j. przy idealnej przewodności ciepła piasku mamy do czynienia z temperaturami stosunkowo niskiemi i że ogniotrwałość przy małych odlewach nie odgrywa większej roli.- Kostka o boku 1 dm oddała stygnąc na 1 dm^2 powierzchni 2086 : 6 = 347 ciepł., natomiast płyta tylko 2086 : 40 = 52,2 ciepł.; w pierwszym wypadku piasek był narażony na działanie gorąca 6,6 razy silniej niż w wypadku drugim Lecz w praktyce rzecz przedstawia się zupełnie inaczej, a to z 2

powodów: 1/ piasek nie jest idealnym, lecz złym przewodnikiem ciepła 2/ na 1 dm^2 powierzchni zdoła piasek w jednostce czasu odprowadzić ograniczoną ilość ciepła, zależnie od grubości warstwy piasku.- Ponieważ przewodność ciepła piasku formierskiego - pominąwszy wpływ zawartości wilgoci - jest praktycznie stała, więc czas stygnięcia odlewu zależeć będzie przy danej ilości zawartego w odlewie ciepła wyłącznie od wielkości jego powierzchni, warunkującej pewne natężenie ścian formy na działanie gorąca na 1 dm^2.- Trwanie stygnięcia jest w prostym stosunku do wysokości tego natężenia Górną granicę cieplnego natężenia form określa jego ogniotrwałość; o dolnej granicy decyduje wymagana ciekłość żeliwa.- Przy grubych, dużych odlewach cieplne natężenie ścian formy jest bardzo wysokie; ciepło, nie znachodzące szybkiego ujścia, zgęszcza się niby na ścianach formy, podnosząc ich temperaturę nawet do punktu topliwości piasku; różnica temperatur żeliwa stygnącego i piasku formy maleje, a z nią także przewodność piasku, wskutek czego stygnięcie odlewu przedłuża się niepomiernie i zależy właściwie tylko od mniej lub więcej czynnego promieniowania formy.- Duże odlewy są niekiedy także wysokie i ciśnie ferrostateczne na dolną część formy jest duże; ale niedorzecznem byłoby twierdzenie, że ciśnienie obniża punkt topnienia piasku; nie ciśnienie ferrostateczne, lecz wyłącznie cieplne natężenie ścian formy dużych odlewów wymagą pewnej ogniotrwałości materjału formierskiego, nie mającej nic wspólnego z wytrzymałością i zwięzłością, chociaż te są koniecznie potrzebne przy odlewach dużych.-

W powyżej przytoczonych przykładach uwzględnialiśmy całkowitą ilość ciepła zawartą w odlewie; tymczasem w praktyce odlewniczej ma znaczenie tylko ta ilość ciepła, którą oddaje odlew podczas krzepnięcia i stygnięcia do temperatury ca 700 - 600°C, przy której kończy się t.zw. stan plastyczności odlewu.— Idealnym

nazwać by można taki materjał formierski, któryby bardzo szybko pochłaniał ciepło żeliwa, aż do granicy plastyczności.- Przy odlewach grubych zdarzyć się może, że skorupa skrzepłego żeliwa pod wpływem wysokiej temperatury wnętrza odlewu ponownie topnieje, jeżeli zdolność formy przewodzenia ciepła z jakichkolwiek powodów zmalała.- Ilość ciepła zawartego w żeliwie płynnem o temp. 1300° C. i studzonem do temperatury 700°C. t.j. o 600° C. nazwać można " niebezpieczną ilością ciepła ", niebezpieczną dla materjału formierskiego.- Ta niebezpieczna ilość ciepła wynosi dla 1 dm^3 żeliwa

$$C_n = 7 \,/\, 0{,}21 \cdot 600 + 25 \,/ = 1057 \text{ ciepł.}$$

W tych samych idealnych warunkach temperatura formy kostki wynosiłaby

$$t_k = 1057 : 3{,}15 \sim 335^\circ C.,$$

temperatura formy płyty

$$t_p = 1057 : 9{,}4 \sim 112^\circ C.$$

cieplne natężenie ścian formy kostki byłoby 1057 : 6 = 176 ciepł/dm^2 ścian płyty 1057 : 40 = 26 ciepł/dm^2.-

Najtrudniej przedstawia się sprawa z określeniem przewodności piasku formy dla różnych odlewów / lekkich, ciężkich i bardzo ciężkich /.- Dane literatury o przewodności piasku odnoszą się do piasku w stanie luźnym, nie ubitym; pozatem dane te odnoszą się do przewodności przy temperaturze piasku suchego do 500° C., przy temperaturze ca 50° C. piasku wilgotnego.- Wiemy, że przewodność piasku wilgotnego / 8% wilgoci / jest 2 razy, przy większej zawartości wilgoci / 12% / nawet 6 razy większa, niż przewodność piasku suchego i że przewodność piasku ogrzanego do temperatury 500°C. jest ca o 10% wyższa od przewodności piasku zimnnego / 0° C./- Danych, odnoszących się bezpośrednio do praktyki odlewniczej,w literaturze nie było.-

1/ Taschenbuch f. Hüttenleute 1910 str.503

Rura żelazna oddaje na 1 m^2/ na 1 godz. przy różnych temperaturach panujących wewnątrz rury następujące ilości ciepła:

Różnice temperatur: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90,

ilość ciepła ciepł./m^2/godz.: 53, 154,250,352,456,568,702,827,960,

różnica temperatur: 100, 120, 140, 160, 180,

Ilość ciepła ciepł/m^2/godz. 1104,1322,1725, 2088, 2480,

2/ Dr. Geiger III.tom str.190

straty na promieniowanie ścian nie izolowanych materjałów ogniotrwałych w ciepłostkach na 1 m^2/godz.

Temperatura wewnątrz	Grubość ściany			
	125	230	360	490
500	2860	1790	1220	925
750	4300	2680	1830	1385
1000	5700	3560	2400	1850
1250	7200	4300	3880	2310
1500	9300	5820	3880	3030
1750	11100	7000	4820	3680

3/ Giessereizeitung 1926 str.63 i 67.

Czas trwania stygnięcia od temperatury wlewania do dolnej granicy plastyczności ca 700° C. prętów próbnych o równych przekrojach a długości 1150 mm.-

Lp	Wymiary a.b dm	$\frac{V}{P}=\frac{a.b.\alpha}{2ab+2(a+b)\alpha}$	Czas stygn. do temp.700°	Obl.przewodn. na 1 dm^2/godz.
1	1,6/0,07	0,0314	1/5	166
2	1,6/0,08	0,0381	1/4	161
3	1,6/0,11	0,051	0,3	180

Uwaga; dalszy ciąg tabeli na następnej stronie.

Lp	Wymiary a.b dm	$\frac{V}{P} : \frac{a.b.\alpha}{2ab+2l(a+b)\alpha}$	Czas stygn. do temp.700°	Obl.przewodn. na 1 dm^2/godz
4	1,2/0,125	0,056	1/3	178
5	1,2/0,15	0,0658	1/3	209
6	0,8/0,2	0,069	0,417	177
7	0,4/0,4	0,1	0,5	211
8	0,5/0,5	0,1225	0,75	173
9	0,6/0,6	0,145	1,0	153
10	0,7/0,7	0,163	1,5	149
11	0,8/0,8	0,19	2,67	91
12	1,0/1,0	0,228	3	80
13	1,2/1,2	0,3	4	75

Jeżeli znamy przewodność ciepła w ciepłostkach na 1 dm^2 powierzchni wodnej i na 1 godz., to obliczyć możemy czas stygnięcia odlewu:

$$n_c = \frac{C_o}{P}$$

gdzie n_c = cieplne natężenie ścian formy na 1 dm^2 w ciepłostkach.-

C_o = ogólna ilość ciepła zawarta w 1 dm^3 żeliwa w momencie odlewania formy / ciepł. /

P = powierzchnia formy wzgl. odlewu w dm^2

Jeżeli α oznacza przeewodność piasku na 1 dm^2/godz., ówczas obowiązuje równanie

$$\alpha \cdot g = n_c$$

gdzie g oznacza ilość godzin trwania stygnięcia:

$$g = \frac{n_c}{\alpha} = \frac{C_o}{P} \cdot \frac{1}{\alpha}$$

Dla n_c ś , otrzymamy g = 1 godz. Ponieważ

C = V . 7 / T . o + 25 /. otrzymamy

$$g = \frac{V}{P} \cdot \frac{7/T.c + 25/}{\alpha}$$

V oznacza objętość formy wzgl. odlewu w dm^3, T temperaturę odlewania ° C., c ciepło właściwe żeliwa przy T° C. Stosunek V/P jest dany dla odlewu.- Temperatury te mierzymy osobnym pirometrem, albo w przybliżeniu szacujemy według koloru płynnego żeliwa według następującej skali:

kolor brunatno-czerwony	550° C.
" ciemno czerwony	650° "
" wiśniowo - czerwony	750° "
" jasno - czerwony	800° "
" żółto - czerowny	900° "
" żółty	1000° "
" jasno - żółty	1100° "
" biały / matowy /	1200° "
" rażąco - biały	1500° "

Ciepło właściwe " c " żeliwa nie jest dla wszystkich temperatur równe.- Dla temperatury od - 192° do + 20° C. wynosi 0,089, od + 20 do 100° C. 0,1189, od 1000º 1200° wynosi 0,1989.- Temeperatura żeliwa wynosi max. 1500° C., minim. 1100° C.- Dla tego okresu temperatur przyjmujemy c = 0,21, dla okresu temp. 1100 - 700° C. c = 0,18, dla okresu temp. poniżej 700° C. c = 0,15.-

Z danych powyższych widać:

1/ że ilość ciepła uchodzącego wzrasta z temperaturą

2/ grube ściany obniżają przewodność ciepła na 1 dm^2/godz.

3/ im większy stosunek V:P, tem mniejsza przewodność piasku / w zgodzie ze wzrostem grubości warstwy piasku /.-

Przy grubych odlewach warstwa piasku formy jest gruba; wewnętrzna jej część narażona jest na działanie gorąca płynnego żeliwa, dalsza część formy jest niby izolacją warstwy wewnętrznej.- Tem tłumaczy się powolne stygnięcie dużych odlewów, odlewanych zawsze do

maczy się powolne stygnięcie dużych odlewów, odlewanych zawsze do formy suszonych, których przewodność i tak jest znacznie mniejsza, niż przewodność form wilgotnych.-

Przewodność ciepła form w zależności od stosunku $\frac{V}{P}$ / formy wilgotne /

$\frac{V}{P}$	0,01,	0,02,	0,03,	0,04,	0,05,	0,06,	0,07,	0,08,
a kal/dm^2/h	500,	410,	350,	310,	290,	265,	245,	225,
$\frac{V}{P}$	0,09,	0,1	0,12	0m14	0,16	0,18,	0,2	0,25
a kal/dm^2/h	210	200	180	160	150	130	125	120
$\frac{V}{P}$	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65
a kal/dm^2/h	115	110	105	100	95	90	85	80
$\frac{V}{P}$	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,1
a kol/dm^2/h	75	70	67	63	60	58	56	54
$\frac{V}{P}$	1, 2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9 ,2.
a kol/dm^2/h	52	50	49	48	47	46	45	44 43

Mamy więc wszystkie dane, aby ze wzoru

$$g = \frac{V}{P} \cdot \frac{C}{\alpha}$$

Obliczyć czas stygnięcia odlewu

$$C = 7 \,/\, T \cdot c + 25 \,/\, = 7 \,/\, 1300 \cdot 0{,}21 + 25 \,/\, = 2086 \text{ kal/dm}^2\text{h}$$

c/ SPOSOBY BADANIA JAKOSCI PIASKU FORMIERSKIEGO

Na polu badań jakości piasku kroczą na czele odlewnicy amerykańscy, w ślady ich wstępują odlewnicy niemieccy.- Stowarzyszenie odlewników Ameryki / American Foundrymen's Association / wyłoniło przed kilku laty z siebie specjalny Komitet Badania Jakości Piasku.- Komitet ten opracował pewne normy stopniowania ziarnek piasku i normy badania wytrzymałości i przepuszczalności

piasku.- Tak samo Związek Odlewni Niemieckich wybrał komitet, któremu powierzył badania jakości piasku / Formsandausschuss des Vereines deutscheneisengiesserein /.- Niestety dotąd nie uzgodniono sposobów badania, wskutek czego porównywanie wyników jest niemożliwe.-

1/ SKŁAD CHEMICZNY PIASKU.-

Ogólnie przyjęto zasadę, że całkowita analiza składu chemicznego jest bezcelowa, gdyż na zawartość głównego składnika SiO_2 składa się zawartość SiO_2 z ziarnek piasku, jakoteż zawartość SiO_2 gliny.- Należy tylko badać przy zmianie gatunku piasku jego zawartość CaO, MgO, alkaljów / Na_2O, K_2O / ewentualnie także Fe_2O_3 i straty na prażenie.- Daleko ważniejsza jest t.zw. " racjonalna analiza " piasku wykazująca ilość pojedynczych składników mineralnych jak kwarc, feldspat, glaukonit, glina / $Al_2O_3 \cdot 2\,SiO_2 \cdot 2H_2O$ / Przykład: / Piasek śląski z okolicy Wrocławia, suszony przy 110°C./

Analiza racjonalna:	wapień	2,65%
	kwarc	74,08%
	feldspat	7,60%
	glina	15.67%
	razem	100%
Analiza całkowita:	H_2O	1,62%
	CO_2	1,16%
	SiO_2	85,20%
	Al_2O_3	6,5%
	Fe_2O_3	1,56%
	CaO	2,32%
	MgO	0,30%
	Alkalja	1,34%
		100,00%

Piaski z zawartością 4,5% CaO nie są dobre; użyć je można tylko do małych odlewów.- Dodając 50 - 60% piasku starego, który zawiera już tylko wypalony wapień obniżający przepuszczalność, piaski tak bogate w CaO można stosować odlewy do odlewów drobnych.-

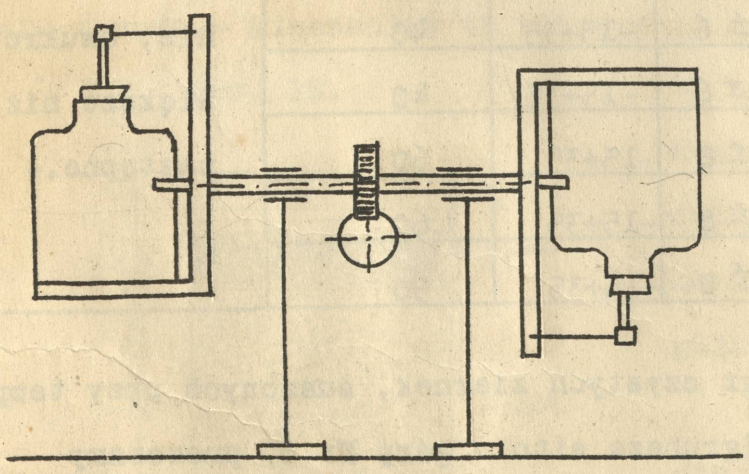
2/ STOPIEN ZIARNISTOSCI.

/ Degré, Kornstufen /

Analiza racjonalna połączona z odznaczaniem stopni ziarnistości piasku ma dla oceny natury piąsku znaczenie pierwszorzędne.-

W celu oznaczenia stopni ziarnistości należy pojedyncze ziarnka oczyścić zupełnie od gliny, przez kilkakrotne płukanie.- Sposób amerykański płukania piasku:

50 gr dobrze wysuszonego piasku wrzucamy do ~~flaszki~~ butelki, wlewamy 475 cm^3 wody i 25 cm^3 rozczynu sody żrącej sporządzonego z rozpuszczenia 10 gr sody w 1 litr. wody.- Następnie przymocowujemy flaszkę do aparatu poruszanego motorem elektrycznym / 60 obrotów na 1 min./; flaszka się przewraca raz na jeden obrót przez całą godzinę /rys.17/



Potem wpuszczamy do ~~flaszki~~ butelki silny prąd wody i pozostawiamy przez 10 min. w spokoju; następnie odlewamy większą część wody, dodajemy wodę nową i t.d. aż woda pozostaje zupełnie czysta po 5 min.stania.- W ten sposób usunięta została cała zawartość gliny.- Piasek z ~~flaszki~~ butelki zmywamy na filter, zwilżamy alkoholem,

i suszymy razem z filtrem przy temperaturze 110° C; filter spalamy.- Z różnicy wagi użytego piasku / 50 gr / i wagi ziarnek piasku czystych otrzymujemy zawartość gliny.- Czyste ziarnka piasku przesiewamy następnie przez szereg sit i oznaczamy stopnie ziarnistości.- Komitet amerykański skonstruował specjalny zespół sit, ułożonych po rzędzie pionowym, poruszany osobnym motorem elektrycznym, połączony z zegarem elektrycznym.- Zespół składa się z 9 sit.- Sito najgrubsze / Nr. 6 / u góry, sito najdrobniejsze / Nr.270 / u dołu.- Nr. sit: Nr. 6, 12, 20, 40, 70, 100, 140,200, 270.- Szczegóły sit podaje poniżej umieszczona tabelka I.

Nr- I- Nowe normy amerykańskie wymiarów sit / w mm /

Nr. sita	Wymiar ók siatk. mm	Grubość drutu mm	Dozwolone odchylenia			Uwaga
			średnia wielkość ok przec. %	grubość drutu %	grubość największa %	
6	3,360	1,020	± 3	-15+30	10	
12	1,680	0,690	± 3	-15+30	10	Oka sit są
20	0,840	0,420	± 5	-15+30	25	o połowę mniej-
40	0,420	0,250	± 5	-15+30	25	sze niż poprzed-
70	0,210	0,140	± 6	-15+35	40	nie, dwukrotnie
100	0,149	0,102	± 6	-15+35	40	większe niż
140	0,105	0,074	± 8	-15+35	60	następne.-
200	0,074	0,053	± 8	-15+35	60	
270	0,053	0,041	± 8	-15+35	90	

Proces przesiewania: 100 gr czystych ziarnek, suszonych przy temp. 105 - 110° C dajemy na najgrubsze sito u góry Nr.6, puszczamy w ruch aparat i po 30 min. ważymy zawartość każdego sita i obliczamy procentową zawartość każdego numeru ziarnek.-

Prof. Aulich usuwa glinę przez płukanie i gotowanie piasku

/ Schlämmen /.- Gotuje się zwykle dwa razy, niekiedy 3 - 4 razy.- Do przesiewania ziarnek uwolnionych od gliny używa on sit z gazy jedwabnej / Seidengasesiebe /.- Twierdzi on, że na drutach metalowych drobnych sit osadza się drobny piasek i zamyka siatki.- Proponuje tylko 5 numerów zamiast 9 amerykańskich.-

Nr.1	>0,3 mm	Nr. 2	0,3 - 0,2 mm
" 3	0,2 - 0,09	" 4	0,09 - 0,05 mm
	Nr. 5	<0,05 mm	

Piasek "Bettrop / składał się z Nr. 1. w 53,9%, Nr.2 - 14,5%, Nr. 3 - 8,8%, Nr.4 - 0,9%, Nr.5 - 6,8%.-

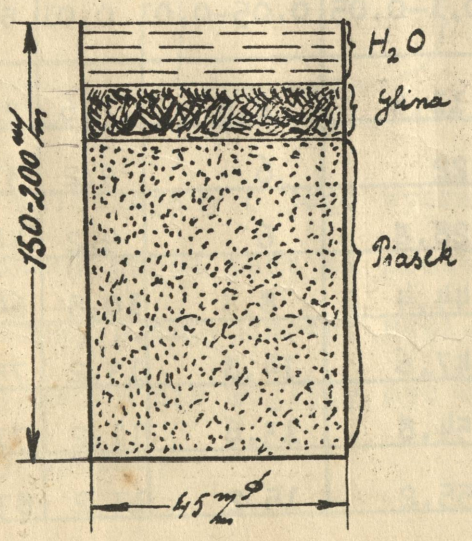
Inny piasek składający się z 90,3% kwarcu i 9,7% gliny wykazał następującą ziarnistość według Aulicha:

Nr.1.- 36,3%, Nr.2 - 24,5%, Nr.3 - 23,5%, Nr. 4 - 1,9%, Nr.5-4,3%

Ziarnka badane pod mikroskopem przedstawiają się w postaci kulek, pryzm, drzazg i szpilek, i wykazuje albo gładkę, albo chropowatą powierzchnię.- Kolor ziarnek jest najczęściej jasny i przeźroczysty, niekiedy z powodu zawartości Fe_2O_3 żółty lub brunatny / glaukonit - ciemno-zielony, feldspat - rozpoznać najtrudniej /.-

Szybki, ale nie bardzo dokładny sposób oddzielenia gliny od ziarnek piasku polega na możliwie dobrem i silnem rozmieszaniu z wodą.- Mieszaninę tę wlewamy do naczynia szklanego o średnicy 45 mm.- Na spodzie naczynia osadzają się najgrubsze ziarnka dalej u góry coraz mniejsze; na ziarnkach układa się wartstwa gliny / E.W. Smith /.-

Rys. 18.



W Niemczech dostarczają piasek formierski odlewniom 254 kopalnie piasku.- Większe z nich wyposażone są w me-.

chaniczne płuczki i sita, jeżeli dostarczają piasek do jąder, albo w mechaniczne przygotowalnie piasku / gniotowniki, sita / i spełniają wszechstronne wymagania odlewni.-

Przykład: Kopalnia Dra F.Lauterbacha dostarcza 7 marek handlowych piasku według następującej tabeli:

Nr.	Nazwa handlowa	Ciężgat.	Ogniotrwałość	Skład chemiczny					Hygroskop.	H_2O gr
				Fe_2O_3	CaO	Al_2O_3	gl.	SiO_2		
1.	szary chudy	2,66	1730	1,03	śl.	3,78	9,57	3,66	1,15	26,6
2.	żółty chudy	2,74	1710	1,74	"	4,45	1127	5,62	2,2	31,8
3.	złoto-żółty	2,69	1650	2,05	"	5,56	1408	6,24	2,5	34,4
4.	żółty sr-tł.	2,58	1650	1,98	"	5,66	1433	8,73	3,35	37,6
5.	czerw. tłusty	2,66	1630	2,92	"	6,47	1638	8,56	3,8	38,5
6.	żółty tłusty	2,6	1550	2,92	"	7,96	2016	11,2	3,65	44,6
7.	szary tłusty	2,63	1530	2,37	"	9,34	2365	12,7	5,2	49,8

Tabela ziarnistości / Kop.piasku Dra Lauterbach /.

Nr	Piasek					Glina drobnoziarnista				Razem
	2-1	1-0,5	0,5-0,2	0,2-0,1	Sa	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01	Sa	
1	-	-	6	72	78	11,6	2,8	7,6	22	100
2	-	-	3,6	59,2	62,8	22	6	9,2	37,2	100
3	-	-	0,4	55,6	56	28,8	6	9,2	44	100
4	-	-	0,4	35,6	36	44,4	8,8	10,8	64	100
5	-	-	0,4	24	24,4	47,6	14,8	13,2	75,6	100
6	-	0,4	0,4	19,6	20,4	54,8	13,6	11,2	71,6	100
7	-	-	0,4	16	16,4	55,2	15,2	13,2	83,6	100

Racjonalna analiza badanie ziarnistości ziarnek pod mikroskopem daje nam jako wynik dane charakterystyki piasku, a mianowicie:

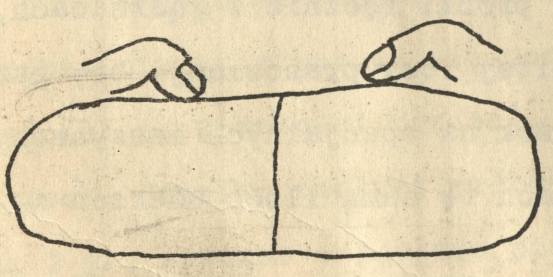
1/ skład mineralogiczny piasku
2/ wielkość ziarnek kwarcu i t-p-
3/ kształt powierzchni ziarnek / gładka chropowata /
4/ Kształt ziarnek / okrągłe,pryzmy, drzazgi i t.p. /
5/ skład mineralogiczny gliny
6/ ilość gliny
7/ stopnie ziarnistości
8/ rozdział gliny
9/ wilgoć.-

3/ PLASTYCZNOSC I WYTRZYMAŁOSC PIASKU.-

Badamy wytrzymałość piasku na złamanie / najczęściej /, albo wytrzymałość piasku na ścinanie, albo wytrzymałość piasku na zgniatanie / twardość formy /.-

Od dawna stosowana próba piasku polega na tem, że zgniatamy w dłoni piasek, formujemy podłużną bryłę.- Jeżeli po otwarciu dłoni bryła zachowuje swój kształt, piasek jest plastyczny; następnie łamiemy bryłę; jeżeli złamanie następuje w jednym przekroju, a piasek się nie rozpada, wnioskujemy o jego wytrzymałości.- Rzecz jasna, że tak przeprowadzona próba jest za prosta i surowa, aby mogła służyć do dokładnej oceny plastyczności wzgl. wytrzymałości różnych piasków.- Wyniki takiej próby nie mogłyby być ujęte w cyfrych; Umożliwiono to w następujący sposób;

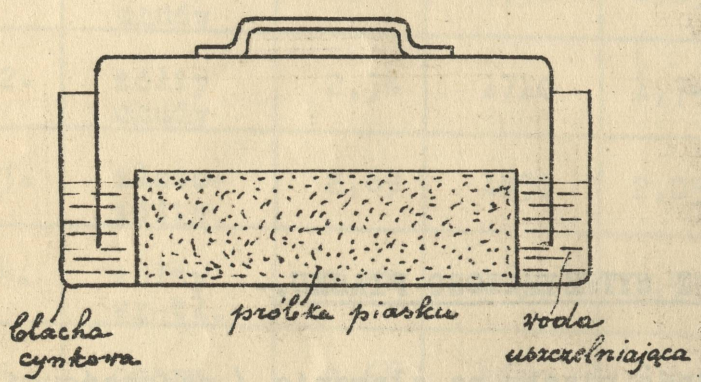
Rys. 19.



a/ Przygotowanie próby piasku.

Kilka kilogramów świeżego / nowego / albo użytkowego piasku przesiewamy, wybieramy bryły i kamienie, następnie zgniatamy na płycie szklanej walcem drewnianym na zbite kuleczki i bryłki, zwilżamy odpowiednio, przesiewamy w celu najdokładniejszego zmieszania.- Tak przygotowany piasek wkładamy do szczelnie zamkniętego naczynia i pozostawiamy przez czas dłuższy /1 - 2 h / aby wilgoć "przeciągała" najdokładniej i zupełnie równomiernie całą próbkę piasku.- Tak przygotowany piasek służy do badania wytrzymałości i przepuszczalności.-

Rys. 20.



W praktyce postępujemy zwykle w ten sposób, że badamy próbkę piasku najprzód na przepuszczalność, a potem badamy tę samą próbkę na wytrzymałość i oznaczamy w złamanych kawałkach wilgoć.-

Wymiary próbek nie są niestety dotąd znormalizowane, ani nie jest znormalizowany sposób ich wykonania.-

Zgęszczanie próbek: Niektórzy ubijają próbki ręcznie w jądrnicach, albo wycinają takowe z piasku ubitej, czy prasowanej, czy strzęsanej formy.- Inni strzęsają piasek na specjalnych maszynach zachowując przy wszystkich próbkach tę samą ilość uderzeń i wysokość uderzeń.-

Wymiary próbek: 1/ Długość 200 mm, średnica 36 mm / Dr.Rodehüser /

2/ Waga 100 gr, przekrój 28,3 cm^2, pręt okrągły.- Długość zależnie od zawartości wilgoci 261 - 229 mm / inż. Reitmeister /

3/ Długość 400 mm, szerokość 100 mm, grubość 50 mm / Trenheit /

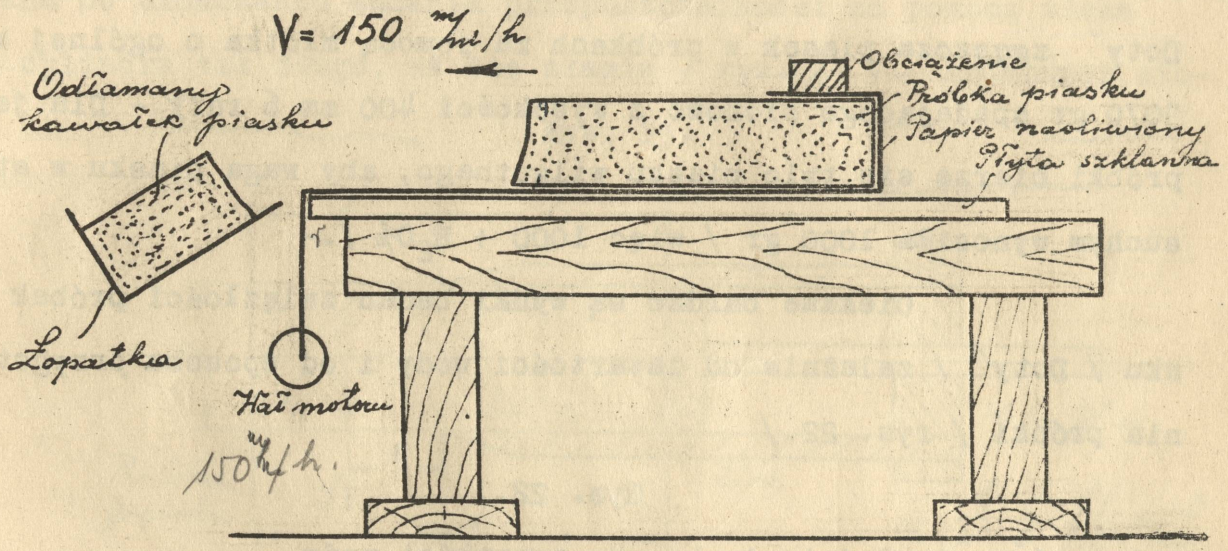
4/ Długość 125 mm, przekrój 25 x 25 / C.W.H. Holmes /

b/ Wykonanie próby na złamanie.

Z różnych sposobów wydaje mi się dla praktyki odlewniczej najprostszy ten przy którym próbka łamie się własnym ciężarem.- Istnieją tutaj dwie metody: 1/ metoda Doty'ego, 2/ metoda Rodehüsera.-

1/ metoda Doty'ego / Abrollvorrichtung von Doty /

Rys. 21.



Płyta szklanna obłożona taśmą papieru nieprzemakalnego i poruszanego za pomocą wału z pewną stałą szybkością / 150mm/1 h /.- Próbka piasku przesuwa się ponad brzeg ramy r i zależnie od wytrzymałości i zwięzłości prędzej czy później się łamie pod własnym ciężarem.- Jeżeli przekrój próbki jest q mm^2, a waga odłamanego kawałka G gr, wówczas zwięzłość piasku w_z na 1 mm^2 przekroju wynosi

$$w_z = \frac{G}{q} \text{ gr/mm}^2 \text{ dla danej zawart.wody.-}$$

Próbki piasku według Doty ego są 25,4 mm = 1 cal grube i ważą około 1 kg.- Do oznaczania zwięzłości / wytrzymałości / stosuje Doty albo wagę odłamanego kawałka w gr / G /, albo podaje, przyjmując wagę odłamka 500 gr = 100%, zwięzłość w odsetkach tej

maksymalnej wagi.- N.p. jeżeli odłamek waży 240 gr w stanie suchym, to zwięzłość wynosi 240 : 500 . 100 = 48%.- Jeżeli grubość próbki wypadnie trochę więcej lub mniej, niż 1 cal = 25,4 mm, wówczas wagę odłamka kawałka oblicza się dla grubości 25,4 mm n.p.: Faktyczna przeciętna waga odłamka 250 gr, faktyczna grubość próbki 27,9 mm, waga przeliczona na grubość 25,4 mm wynosi 227,29 gr, wilgoć 6%, suchy piasek 94%.- Waga 25,4 mm grubego odłamka w suchym stanie wynosi 213,69 gr.- Stąd

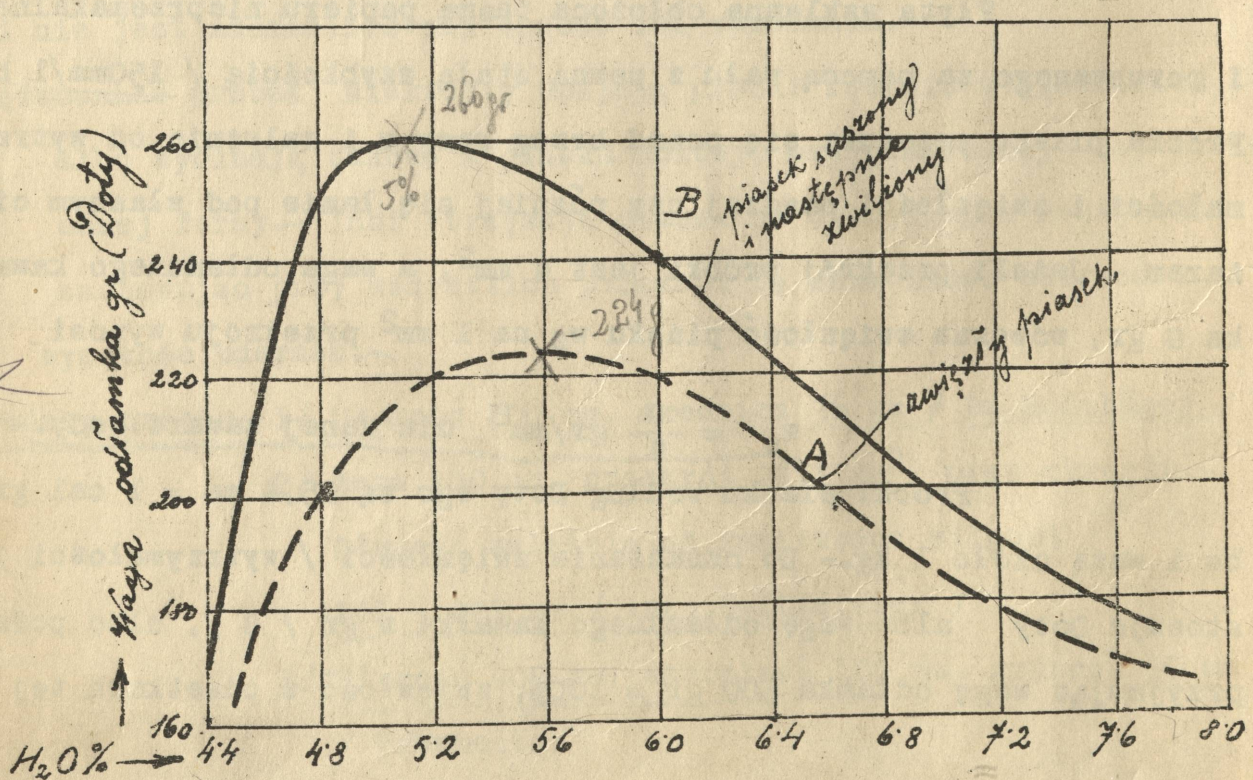
$$w_z = \frac{213,69}{500} \cdot 100 = 42,7\%$$

Doty zgęszcza piasek w próbkach za pomocą młotka o ogólnej wadze 9070 gr spadającego pionowo z wysokości 400 mm 6 razy.- Dla jednej próbki bierze się tyle piasku wilgotnego, aby waga piasku w stanie suchym wynosiła 1000 gr / więc 1000 + H_2O% /.-

Ciekawe bardzo są wyniki badań zwięzłości próbek piasku / Doty / zależnie od zawartości wody i od sposobu przygotowania próbki / rys. 22./

Rys. 22.

Zależność zwięzłości piasku od zawartości wody.-

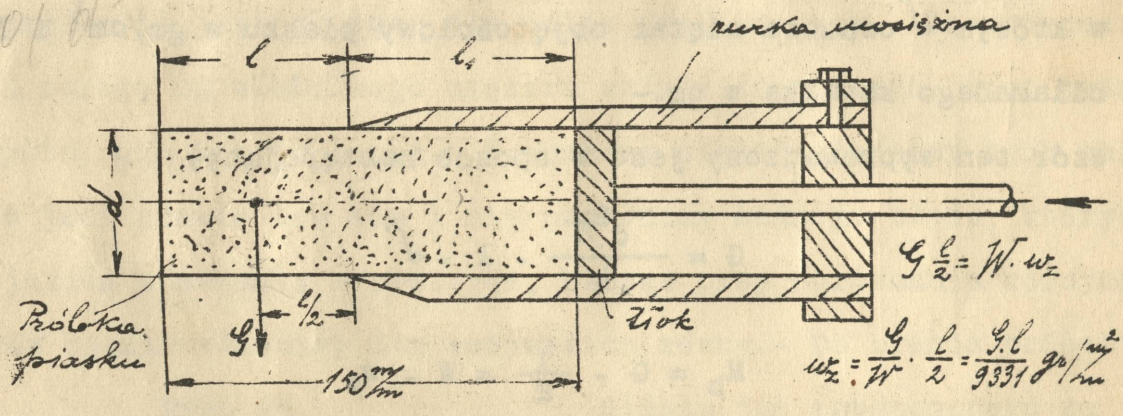


Próbki A sporządzone były bezpośrednio z piasku o różnej pierwotnej zawartości wody; próbki B były sporządzone z tego samego piasku, ale wysuszonego i ponownie zwilżonego i zmieszanego.- Próbki A osiągają przy zawartości wody 5,6% najwyższą zwięzłość / ca 224 g waga odłamka /.- Próbki B osiągają przy zawartości wody około 5% najwyższą zwięzłość / ca 260 gr waga odłamka /.-

2/ Metoda Rodehüsera.

Próbka piasku włożona do mosiężnego cylindra przesuwana po ukończeniu badania przepuszczalności za pomocą tłoka z cylindra tak długo, aż się złamie / rys. 23 /.- Rodehüser sto-

Rys. 23.



suje próbki o średnicy d = 36 mm i długości L = 200 mm.- Jeżeli odłamany kawałek piasku waży G gr, a długość odłamanego kawałka $l = L - l_1$, wtedy obowiązuje równanie:

$$G \cdot \frac{1}{2} = W \cdot w_z$$

w równaniu tem oznacza W moment wytrzymałości przekroju badanego pręta, w_z oznacza wytrzymałość na złamanie.-

$$w_z = \frac{G}{W} \cdot \frac{1}{2}$$

Moment wytrzymałości przekroju okrągłego

$$W = 0{,}1 \cdot d^3$$

$$w_z = \frac{G}{0{,}1 \cdot d^3} \cdot \frac{1}{2}$$

Dla d = 36 mm jest $0,1 \cdot d^3 = 0,1 \cdot 46656 = 4665,6$

$$w_z = \frac{G \cdot l}{9331,2} \quad gr/mm^2$$

Rzecz jasna, że wyników dla w_z według tej metody nie można porównywać z wynikami metody poprzedniej, przy której wytrzymałość obliczonajest w prosty sposób z ciężaru odłamanego kawałka piasku i jego przekroju.-

Rodehüser nie stosuje wzoru

$$w_z = \frac{G \cdot l}{9331,2} \quad gr/mm^2$$

lecz oblicza w_z ze wzoru

$$w_z = 0,01092\ l^2 \cdot \delta,$$

w którym δ oznacza ciężar objętościowy piasku w gr/cm^3 i l długość odłamanego kawałka w cm.-

Wzór ten wyprowadzony jest w sposób następujący:

$$G = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot l \cdot \delta$$

$$M_b = G \cdot \frac{l}{2} = W \cdot w_z$$

$$W = 0,1\ d^3 \qquad d = 3,6 \text{ cm}$$

$$w_z = \frac{G}{W} \cdot \frac{l}{2} = \frac{d^2 \cdot \pi\, l \cdot \delta}{4\,W} \cdot \frac{l}{2} = \frac{d^2 \cdot \pi\, l^2 \cdot \delta}{8\,W} = \frac{d^2 \cdot \pi \cdot l^2 \cdot \delta}{0,8\ d^3}$$

$$w_z = \pi \frac{L^2 \cdot \delta}{0,8\ d} = \frac{\pi}{0,8 \cdot 3,6} \cdot l^2 \cdot \delta = 1,091\ l^2 \cdot \delta \quad / \delta \text{ w } g/cm^2 /$$

albo $$w_z = 0,01091\ l^2 \cdot \delta \quad / \delta \text{ w } g/mm^2 /$$

N.p. dla l = 6,8 cm i $\delta = 1,52\ gr/mm^2$ otrzymamy

$$w_z = 0,768\ gr/mm^2$$

Gęstość piasku δ, równoznaczna tutaj z ciężarem objętościowym oznaczamy według Rodehüsera w sposób następujący:

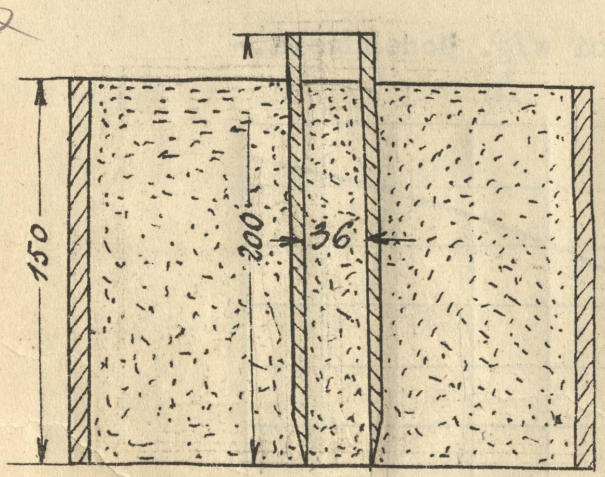
Waga, czy ciężar objętościowy / waga 1 dm^3 w kg, wzgl. waga

1 cm^3 w gr / jest prostym stosunkiem do stopnia zgęszczenia piasku może więc służyć za miarę zgęszczenia.- Zgęszczony piasek zajmuje mniejszą objętość niż piasek luźny.- Zgęszczanie odbywa się kosztem porowatości pierwotnej, gdyż w praktyce odlewniczej zgęszczenie piasku nigdy nie jest tak silne, aby można przypuszczać, że ziarnka piasku przy zgęszczeniu pękają i rozdrabniają się.- stopień zgęszczenia wyraża więc sposób bardzo dobry równania:

$$\delta = \frac{G}{V}$$

w którym δ oznacza wagę jednostki objętości, G wagę ogólną próbki, V objętość próbki.- G przy zgęszczaniu pozostaje niezmienione; zmienia się tylko objętość V zależnie od stopnia zgęszczenia.- Twierdzenie to jest słuszne dla celów praktycznych.- Teoretycznie waga G zależy od właściwego ciężaru składników piasku, więc kwarcu, feldspatu, glaukonitu i t.d.- Tymczasem ciężar właściwy tych składników jest prawie ten sam i nie popełnimy żadnego błędu, któryby miał jakieś znaczenie w praktyce, biorąc przy porównaniu różnych piasków ciężar właściwy dla wszystkich równy.- Do brania próbek piasku już zgęszczonego ze skrzyni służy rurka mosiężna w/g rys. 24.- Długość rurki zależy od wysokości skrzyń.- Dla skrzyń o wysokości 150 mm wynosi długość rurki 200 mm.- Rurka wciśnięta do piasku zatrzymuje s powodu tarcia próbkę piasku o wysokości skrzyni.-

Rys. 24.



Objętość próbki przy wysokości skrzyni l_1 powinna wynosić:

$$V_1 = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot l_1 \qquad \text{i} \qquad \delta_1 = \frac{G}{V_1}$$

Tymczasem z powodu tarcia długość próbki nie jest dokładnie l_1, lecz l_2; objętość faktyczna próbki wynosi więc

$$V_2 = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \cdot l_2 \quad \text{i} \quad \gamma_2 = \frac{G}{V_2}$$

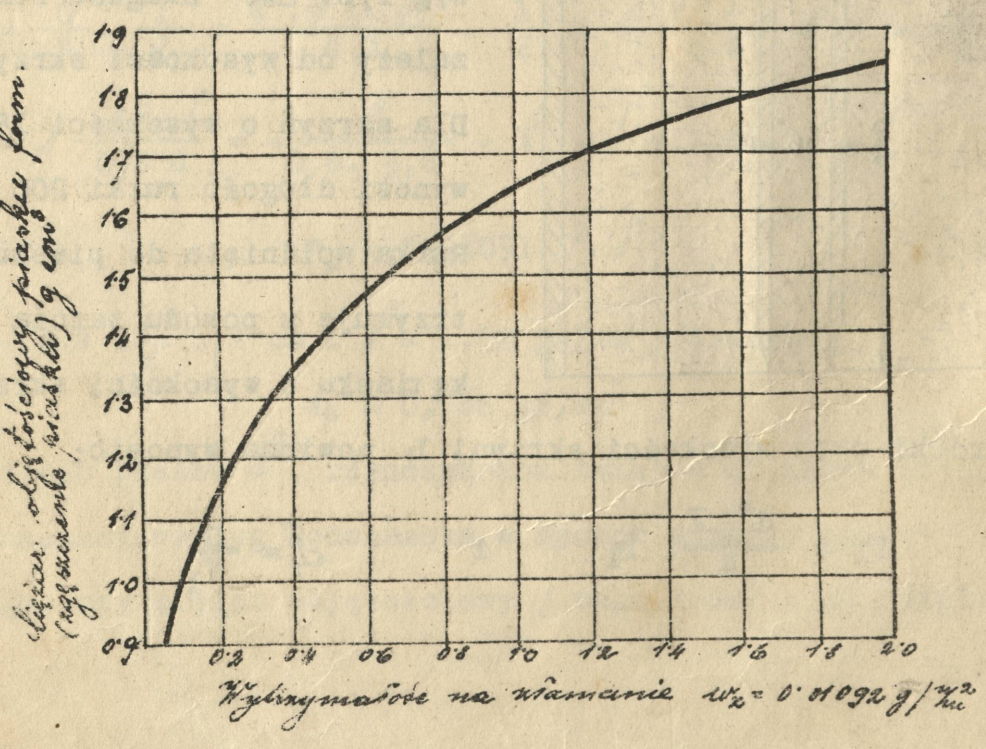
Różnica pomiędzy γ_2 i γ_1 nie jest wprawdzie zbyt duża, ale przy szeregu dokładniejszych badań powinna być uwzględniana.- Badanie gęstości piasku daje następujące wyniki:

Ciężar 1 cm³ piasku ubitego:		$\gamma_1 =$ 1,725 gr	$\gamma_2 =$ 1,734 gr
" " " prasowanego hydraulicznie		$\gamma_1 =$ 1,608 "	$\gamma_2 =$ 1,620 "
" " " strzęsanego 40 uderzeń, 50 mm wys.		$\gamma_1 =$ 1,488 "	$\gamma_2 =$ 1,508 "
" " piasku rzucanego prądem powietrza	1 atm	$\gamma_1 =$ 1,488 "	$\gamma_2 =$ 1,520 "
	1½ "	$\gamma_1 =$ 1,680 "	$\gamma_2 =$ 1,660 "
	2 "	$\gamma_1 =$ 1,625 "	$\gamma_2 =$ 1,667 "
ciężar piasku luźnego z góry		$\gamma_1 =$, 0,90-- 0,95 gr	
" " " z dołu / 1 m /		$\gamma_1 =$ 1,15 - 1,18 "	

Największy ciężar objętościowy / Raumgewicht / piasku osięgalny przez zgęszczanie w praktyce odlewniczej wynosi 1,8 - 1,9 gr/cm³; przy ubijaniu ręcznem wynosi on 1,725 gr/cm³ / p. rys.25 /.-

Rys. 25.

Wykres gęstości - wytrzymałości w/g. Rodehüsera.-



Uwaga: 1/ Wilgoć piasku wynosiła 8,71 - 9,45%

2/ Zawartość składników wiążących 23,5 - 24,4%

3/ Analiza chemiczna piasku:

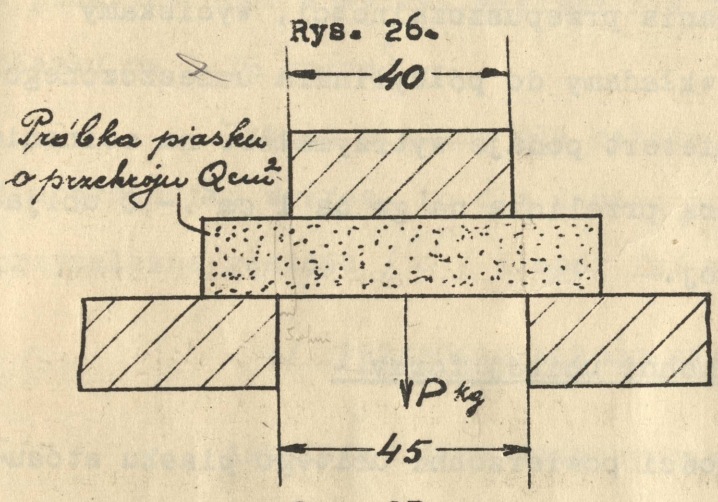
SiO_2 .... 79,6%, Al_2O_3 .... 13,3%, Fe_2O_3.... 4%

C .... 2,2%, reszta 0,9% suma 100%.-

d/ Wytrzymałość piasku na ścinanie.-

Inż. Reitmeister bada wytrzymałość próbek piasku w przyrządzie według rys. 26.-

Rys. 26.



Rozstęp podstaw wynosi 45 mm; szerokość tłoka 40 mm. Z siły P w kg zużytej do przecięcia pręta piasku o przekroju Q obliczamy wytrzymałość na ścinanie w_s

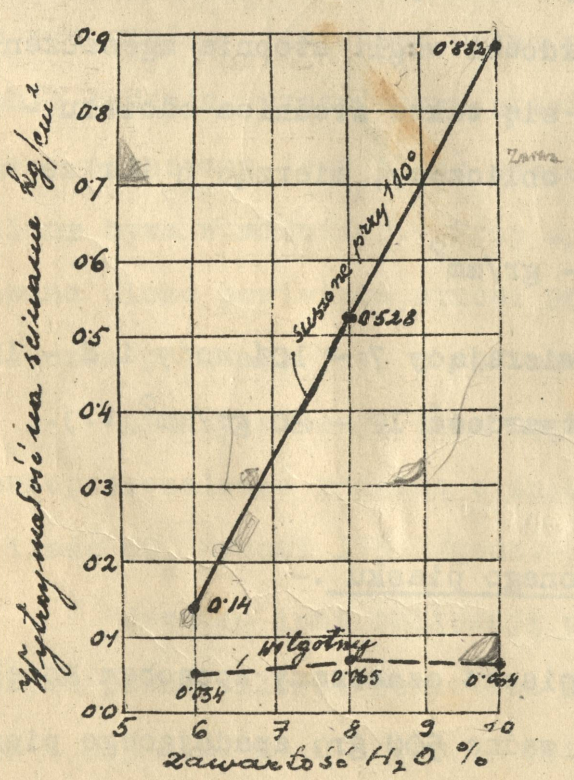
$$w_s = \frac{P}{2Q} \text{ kg/cm}^2$$

Zależnie od zawartości wody wykazywały próbki surowego i suszonego piasku wytrzymałości na ścinanie, wynikające z wykresu na rys.27.-

Z wykresu tego wynika, że próbki piasku wilgotnego wykazują niezależnie od zawartości wody prawie tę samą wytrzymałość na ścinanie.-

Próbki piasku suszonego posiadają różną wytrzymałość na ścinanie zależnie od ilości wody zawartej w piasku pod

Rys. 27.
Wykres wytrzymałości piasku na ścinanie w zależności od zawartości wody.-



czas ubijania.- Piasek z pierwotną zawartością wody 10% po wysuszeniu posiada więcej niż 6-krotną wytrzymałość na ścinanie niż piasek ubijany przy zawartości wody 6%.- Wynik ten jest dla praktyki odlewniczej bardzo ważny.- Próbki ważyły 1 kg i miały przekrój 28,3 cm^2.-

Dietert skonstruował odmienny aparat do oznaczania wytrzymałości na ścinanie / Scherfestigkeit /.- Próbkę o przekroju okrągłym, która służyła do oznaczania przepuszczalności, wyciskamy z cylindra za pomocą tłoka i wkładamy do półcylindra umieszczonego w przyrządzie do ścinania.- Dietert podaje wytrzymałość na ścinanie w kg na 1 cal kwadratowy, którą przelicza na gr na 1 cm^2.- O ubijaku Dieterta mowa będzie poniżej.-

e/ Twardość powierzchni ubitej formy.-

Do oznaczania twardości powierzchni ubitego piasku stosują niektórzy odlewnicy przyrząd podobny do prasy Brinell'a / Härteprüfer Trenheit'a /.- Kula o danej średnicy wciskana daną siłą / stałą / w powierzchnim piasku wytarza odcisk kulisty o różnej głębokości zależnie od twardości wzgl. stopnia zgęszczenia piasku.- Z głębokością zmienia się także średnica odcisku.- Twardość wzgl. stopień zgęszczenia obliczamy, mierząc h i r ze wzoru:

$$H = \frac{P}{2 r h} \ gr/mm^2$$

Badania wykazały, że piasek zawierający 7 - 10% wody i 8 - 12% gliny posiadał ubity w formie twardość 12 - 20 gr/mm^2 t.j. 1,2 - 2,0 kg/cm^2.-

f/ Opór zgęszczonego piasku.-

Opór zgęszczonego piasku oznaczamy sposobem Rodehüsera.- Oznaczamy go zapomocą młotka o wadze 500 gr, spadającego pionowo

z pewnej wysokości / h normalnie = 1000 mm / na powierzchnię zgęszczonego piasku formy.- Średnica młotka wynosi 25,3 mm; przekrój 500 mm^2.- Zależnie od oporu / twardości, stopnia zgęszczenia / młotek wbija się w piasek mniej lub więcej głęboko na głębokość t mm.- Opór zgęszczonego piasku obliczamy ze wzoru

$$w = \frac{G \cdot h}{F \cdot t} = \frac{500 \cdot 1000}{500 \cdot t} = \frac{1000}{t} \quad gr/mm^2$$

W praktyce opór w wynosi maksymalnie 200 gr/mm^2 przy gęstości piasku ca 1,75 gr/cm^3.-

Jeżeli zbadamy dla różnie zgęszczonych piasków opór w i sporządzimy wykres, to dla danego punktu wykresu odczytać możemy przynależną gęstość / δ / i opór /w/ wzgl. głębokość / t /.-

4/ PRZEPUSZCZALNOŚĆ PIASKU DLA GAZÓW.-

Istnieją różne sposoby oznaczania przepuszczalności piasku i różne w tym celu skonstruowano przyrządy.-

Jedni mierzą przepuszczalność piasku ilością minut wzgl. sekund, podczas których pewna określona ilość cm^3 powietrza przepływa pod stałem ciśnieniem przez próbkę badanego piasku.- Przy sposobie badania, przepisanym przez Americain Foundrymeń's Association, stosowana jest ilość powietrza 2000 cm^3 i czas przepływu określany bywa w minutach.- Przy sposobie niemieckim / Rodehüser/ stosowana ilość powietrza wynosi 200 cm^3 przy depresji 50 mm słupa wody i czas podawany jest w sekundach.-

Drudzy stosują kwas węglowy CO_2 zamiast powietrza i mierzą przepuszczalność różnicą ciśnień przed i za próbką piasku, przyczem ilość CO_2 wynosi 175 l/godz.- / sposób Nipper i Piwowarsky /

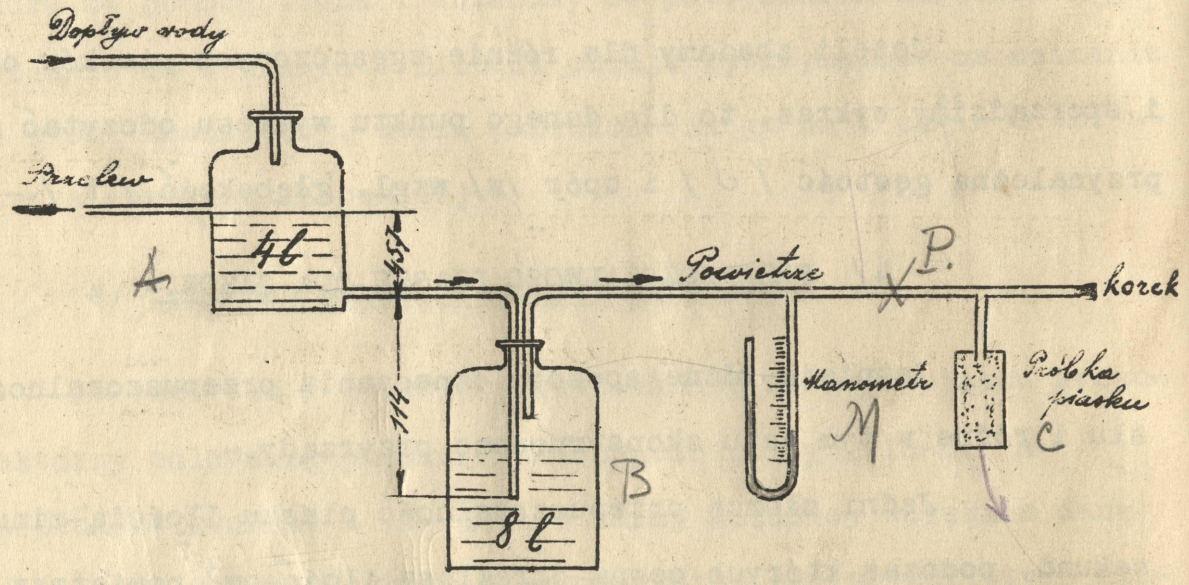
Jeszcze inni obliczają przepuszczalność z ilości sekund przepływu pewnej ilości powietrza ściśnionego podczas spadku ciśnienia z 0,5 atm. do 0,1 atm. / Reitmeister /.-

Rzecz jasna, że porównywanie wyników badań, pod tak różnemi warunkami przeprowadzanemi, jest niemożliwe.- Zapoznamy się bliżej z dwoma sposobami badania przepuszczalności piasku dla powietrza, a mianowicie ze sposobem stosowanym w Ameryce i ze sposobem niemieckim.-

A/ Amerykański sposób badania przepuszczalności.-

Rys. 28.

Aparat A. F. A. do oznaczania przepuszczalności.-



Badanie przepuszczalności polega na oznaczeniu czasu, potrzebnego do przejścia 2000 cm^3 powietrza pod stałem ciśnieniem przez próbkę piasku o wysokości 5,08 cm i o średnicy 5,08 cm.- Aparat do badania przepuszczalności, skonstruowany przez Komitet Badania Piasku przy Americain Foundrymen s Association składa się z flaszki A o pojemności 4 l, z flaszki B o pojemności 8 l, z manometru M, przyrządu do mierzenia ilości powietrza P i cylindra metalowego C zawierającego próbkę piasku / rys. 25 / Sposób działania widoczny jest z rysunku.-

Przepuszczalność p obliczamy z równania:

$$p = \frac{P\ cm^3 \times H\ cm}{G\ cm^2 \times F\ cm^2 \times t\ min.}$$

P cm^3 = ilość powietrza = 2000 cm^3

H cm = wysokość próbki = 5,08 cm

G cm^2 = ciśnienie powietrza w gr na 1 cm^2

F cm^2 = powierzchnia przekroju próbki piasku = $\frac{d^2 \pi}{4} = \frac{5,08^2 \pi}{4}$

t min. = czas w minutach potrzebny dla przejścia

2000 cm^3 powietrza przez próbkę piasku.-

Przygotowanie próbki piasku / w/g. sposobu ameryk./

Do mosiężnego cylindra o średnicy 5,08 cm dajemy tyle piasku o odpowiedniej zawartości wody, aby otrzymać po trzykrotnem uderzeniu młotkiem o wadze 6340 gr. z wysokości 5,08 cm próbkę piasku ubitego o wysokości H = 5,08 cm / waga próbki 150 - 180 gr/

Szereg wykonanych prób dał wyniki, które naogół przedstawiają się w sposób następujący:

1/ Przepuszczalność λ podana w cm^3 powietrza, przechodząca w jednej minucie przez 1 cm^3 próby piasku

	λ $cm^3/cm^3/min.$
bardzo mała	0 - 5
mała	5 - 15
średnia	15 - 30
dobra	powyżej 30

2/ Wytrzymałość na ścinanie / Scherfestigkeit, Dietert /

mała	0, - 100 gr/cm^2
średnia	100 - 250 "
dobra .....powyżej	250 "

3/ Wytrzymałość na złamanie / Doty /

mała	0 - 130 gr	/ waga odłamka /
średnia	130 - 300 gr	" "
dobra	300 - 600 gr	" "

Dobry piasek użytkowy zawierający 85,9% piasku i 14,1% gliny dał następujące wyniki:

Nr.	H_2O	w_z gr Doty	w_s gr/cm^2 Dietert	Przep. cm^3/min.	U w a g a
1	4,9	303	151	34,5	Za mało wilgotny
2	6,7	325	167	39,0	zdatny
3	8,4	298	160	40,6	za bardzo wilgotny

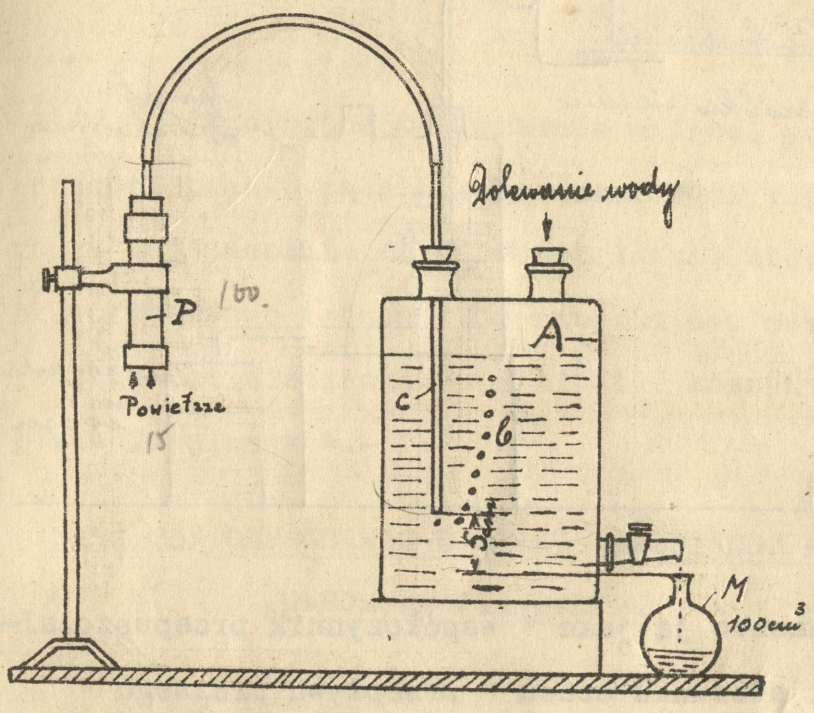
B/ Sposób badania przepuszczalności niemiecki aparatem Dra Steinitzera .-

Dr. Steinitzer stosował w odlewni w Arbon / Szwajcarja / próbki o średnicy 15 mm i wysokości 100 mm ubijane w czterech równych częściach młotkiem o wadze 375 gr spadającego pionowo z wysokości 30 mm trzykrotnie na 1/4 część próbki i mierzył czas w sekundach potrzebny dla przepływu 100 cm^3 powietrza.- Dr- Steinitzer skonstruował w tym celu aparat stosowany dotąd w Niemczech do oznaczania przepuszczalności piasku.- Przy sposobie Dra Steinitzera przechodzi przez próbkę piasku powietrze ssane,podczas gdy przy sposobie amerykańskim przez próbkę piasku przechodzi powietrze ciśnione.- W obydwóch wypadkach ciśnienie czy wakuum jest stałe podczas badania przepuszczalności.-

Zasługa Dra Steinitzera polega na tem, że wykazał, iż naówczas stosowana metoda Schott'a była zasadniczo mylna i dawała zupełnie fałszywe wyniki.- Schott utożsamiał przepuszczalność z porowatością, a tę ostatnią oznaczał ilością wody wchłonioną przez próbkę piasku o danej objętości.- Ponieważ glina wchłania dużo wody, więc wyniki otrzymane metodą Schott'a wykazywały przy piasku z zawartością n.p. 24% gliny większą porowatość i zatem przepuszczalność niż przy piasku kwarcowym z zawartością 5,6% gliny.-

Rys.29.

Aparat Steinitzera.-



P = cylinder metalowy z próbką piasku.-

C = rurka Mariotte'a z końcem o średnicy 2 mm oddalonym od odlnej ściany rurki odpływowej o 50 mm.-

A = flaszka Waneff'a

b = bańki powietrza

M = szklanka ze skalą do mierzenia wody.-

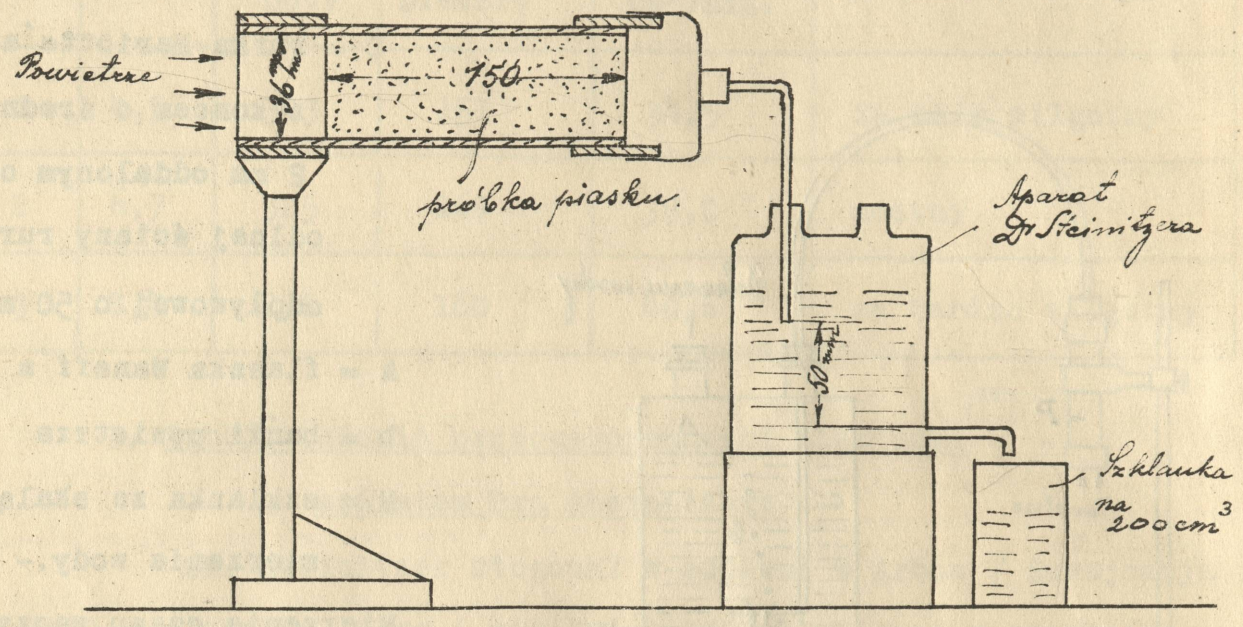
Mierzenie czasu zaczyna się od chwili zjawienia się pierwszej bańki powietrza na końcu rurki C.- Dr. Steinitzer zaleca stosować wodę destylowaną.- Przed rozpoczęciem badania przepuszczalności próbki piasku należy oznaczyć czas przepływu 100 cm^3 powietrza przez rurkę C nie połączoną z próbką piasku / ca 2 min /.- Czas ten " przepływu próżnego" potrąca się z czasu mierzonego z załączoną próbką piasku.-

C/ Sposób Rodehüsera badania przepuszczalności piasku aparatem Dra Steinitzera.-

Rodehüser oznacza przepuszczalność mierząc ilość sekund potrzebnych dla przepływu 200 cm^3 powietrza przez próbkę piasku o średnicy 36 mm i długości ca 150 mm / rys. 30 /.-

Badania Rodehüsera wykazały, że czas przepływu 200 cm^3 powietrza wahał się pomiędzy 142 sekund / minimum / i 331 sekund / maximum /; podczas gdy " przepływ próżny" trwał 135 sekund.- Zamist oznaczać przepuszczalność ilością sekund przepływu można

Rys. 30.



według Roderhüsera oznaczać ją jako " współczynnik przepuszczalności " /μ/ w postaci stosunku czasu " przepływu próżnego " do czasu " przepływu przez próbkę piasku " /t/.-

$$\mu = \frac{135}{t}$$

Dla t = 135 wynosi spółczynnik μ = 1 / przepływ próżny /

Dla t = ∞ " " μ = 0 / zupełnie nieprzep.próba/

Mnożąc spółczynnik μ przez 100 otrzymamy wygodną cyfrę do oznaczania przepuszczalności przy porowatości

$$\mu = \frac{135}{t} \cdot 100$$

μ = 100% dla t = 135, μ = 0% dla t = ∞

Dla t = 142 sekund otrzymamy μ = 95% , dla t = 331 sek. μ = 40,8%.-

Próbki piasku nie są zgęszczane w osobnym przyrządzie, lecz brane bezpośrednio z ubitej formy o wysokości ca 150 mm.-

5/ OZNACZANIE WILGOCI PRÓBKI.

Z dobrze przygotowanej próbki piasku / p. str.76 / bierzemy do oznaczania wilgoci 100 gr i suszymy w tem. 105°,

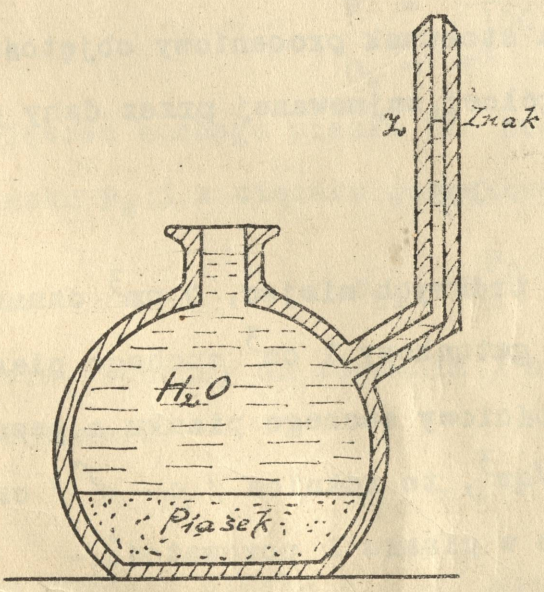
albo 110° / w/g. niektórych od 120 - 150°C / aż do stałej wagi.- Różnica między wagą próbki wilgotnej P_w a wagą próbki suchej P_s daje nam zawartość wody w w gr, albo w stosunku do P_s w odsetkach:

$$w = \frac{P_w - P_s}{P_s} \cdot 100$$

Inny sposób mierzenia wilgoci polega na zmiennej przewodności piasku zależnie od zawartości wody.- Aparaty skonstruowane na tej zasadzie mają postać laski, którą się wpycha w kupę piasku użytkowego i odczytuje natychmiast zawartość wilgoci.- Znany jest aparat niemiecki / Dr. Tödt / kosztujący 250 Mk i aparat " Mac Ilvaine'a ".-

6/ OZNACZANIE CIĘŻARU WŁAŚCIWEGO PIASKU ZAPOMOCA PIKNOMETRU.

Rys. 31.



Napełniamy piknometr wodą / 20°C / aż do znaku z i cznaczamy ilość wody w gr, która wynosi W_g.- Potem odlewamy połowę wody, wsypujemy suchy piasek, / którego wilgoć oznaczyliśmy właśnie /i którego waga wynosi P_s.- Następnie napełniamy piknometr wodą do znaku z i ważymy mieszaninę piasku z wodą i otrzymujemy ciężar P_w.

Objętość piasku suchego, ważącego P_s oznaczamy literą O_s.-

$$P_s + W_1 = P_w$$

$$W_1 = P_w - P_s$$

Objętość piasku suchego O_s = wadze wody zajętej przez piasek suchy:

$$O_s = W_g - W_1$$

$$O_s = W_g - / P_w - P_s / = W_g - P_w + P_s$$

$$O_s = P_s - / P_w - W_g /$$

Ciężar właściwy suchego piasku / c/ otrzymujemy ze wzoru.

$$c = \frac{P_s}{O_s} = \frac{P_s}{P_s - /P_w - W_g/} \ gr/cm^3 = \frac{P_s}{P_s + W_g - P_w}$$

W ten sposób oznaczone ciężary właściwe piasków „użytkowych" w stanie suchym wahały się pomiędzy 2,4 do 2,45.- podane przedtem ciężary gatunkowe różnych piasków wynosiły 2.58 - 2,74 gr/cm^3 i odnosiły się do piasków " nowych " i tem się tłumaczy poniekąd różnica wynosząca 7,5 - 12% ciężaru gatunkowego piasków "użytkowych" zanieczyszczonych zwykle węglem, pyłem koksu etc.-

7/ OZNACZANIE POROWATOSCI PIASKÓW.

"Porowatość" oznacza stosunek procentowy objętości próżnych miejsc do objętości ogólnej, zajmowanej przez dany piasek:

$$p\% = \frac{o}{O} \cdot 100$$

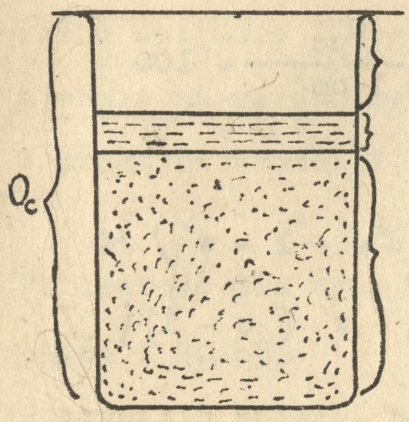
przyczem o cm^3 oznacza objętość próżnych miejsc, O cm^3 oznacza objętość ogólną.- Jeżeli ciężar gatunkowy 1 cm^3 suchego piasku wynosi c gr/cm^3, a ciężar objętościowy suchego piasku o pewnym stopniu zgęszczenia wynosi δ gr/cm^3, to różnica / c - δ / oznacza objętość powietrza zawartego w piasku i porowatość.-

$$p\% = \frac{c - \delta}{c} \cdot 100 \quad / \text{dla piasku suchego/}$$

n.p. dla c = 2,45, δ = 1,75, p = (0,7 : 2,45) . 100 = 28,6%

Dla piasku wilgotnego porowatość zależy w pewnej mierze od zawartości wilgoci i oznaczona być może wsposób następujący:

Rys. 32.



$$O_{po} + O_w + O_{pi} = O_c$$

$$O_{po} = O_c - O_w - O_{pi}$$

a/ $$O_{po} = 1 - O_w - O_{pi}$$

1 cm³ piasku waży δ gramów i zawiera w% wody.- Waga wody w 1 cm³ piasku wynosi $\delta_{gr} = \frac{w \cdot \delta}{100}$ gr równa objętości wody w cm³

$$O_w = \frac{w \cdot \delta}{100} \text{ cm}^3$$

Oznaczmy $w' = \frac{w}{100}$

$$O_w = w' \delta$$

Objętość suchego piasku bez próżni obliczamy z wagi suchego piasku P_s i z ciężaru gatunkowego suchego piasku c:

$$O_{pi} = \frac{P_s}{c} \text{ cm}^3$$

Jeżeli wstawimy do równania / a/ wartości dla O_w i O_{pi} otrzymamy równanie:

b/ $$O_{po} = 1 - w' \cdot \delta - \frac{P_s}{c}$$

Waga suchego piasku w 1 cm³ piasku wilgotnego równa się różnicy wagi 1 cm³ = δ gr i wagi wilgoci w' gr

$$P_s = \delta - w' \cdot \delta$$

$$O_{po} = 1 - w' \cdot \delta - \frac{\delta - w' \cdot \delta}{c}$$

$$O_{po} = \frac{c - w' \cdot c \cdot \delta - \delta + w' \cdot \delta}{c}$$

c/ $$O_{po} = 1 - \frac{\delta}{c} / w' \cdot c + 1 - w' /$$

$$p\% = \frac{O_{po}}{O_c} \cdot 100 = \frac{O_{po}}{1\ cm^3} \cdot 100$$

$$p\% = 100\ O_{po}$$

$$p\% = 100 / 1 - \frac{\delta}{c}(w' \cdot c + 1 - w') /\%$$

d/ $$p\% = 100 \left[1 - \frac{\delta}{c} \left\{ 1 + w' \cdot (c - 1) \right\} \right]$$

Dla $w_1 = 0$ otrzymamy

$$p\% = 100 \frac{c - \delta}{c}$$

jak wykazane powyżej dla piasku suchego.-

Jeżeli ciężar gatunkowy suchego piasku c = 2,54, ciężar objętościowy wilgotnego piasku δ = 1,75, zawartość wody w 1 cm^3 piasku wynosi w' = 0,1, / w = 10% / to porowatość p wynosi:

$$p = 100 / 1 - \frac{1,75}{2,45} \left\{ 1 + 0,1 \cdot (2,45 - 1) \right\} /$$

$$p = 18,5\%$$

Dla piasku, którego c = 2,5 otrzymamy porowatość zależnie od δ i od w' w/g. następującej tabeli:

δ / H_2O%	1	1,25	1,5	1,6	1,7	1,75	1,8	2,00	Wzór dla danej zawart. wilgoci
0%	60,0	50,0	40,0	36,0	33,3	30,0	28,0	20,0	p = 100-40 δ
5%	57,0	46,0	35,5	31,2	26,9	24,7	23,6	14,0	p = 100-43 δ
6%	56,6	45,5	34,6	30,2	25,9	23,7	21,5	12,8	p = 100-43,6 δ
7%	55,8	44,8	33,9	29,3	24,9	22,6	20,4	11,6	p = 100-44,2 δ
8%	55,2	44,0	32,8	28,3	23,8	21,6	19,4	10,4	p = 100-44,8 δ
9%	54,6	43,2	31,9	27,4	22,8	20,6	18,3	9,2	p = 100-45,4 δ
10%	54,0	42,5	31,0	26,4	21,8	19,5	17,2	8,0	p = 100-46 δ
12%	52,8	41,0	29,2	24,5	19,8	17,4	15,0	5,6	p = 100-47,2 δ

Z tablicy wynika:

1/ Silne ubijanie / szczególnie wilgotnego/piasku wpływa bardzo ujemnie na porowatość formy.-

2/ W praktyce wynosi δ = 1,5 – 1,75 gr/cm^3

" " H_2O = 6 – 9%

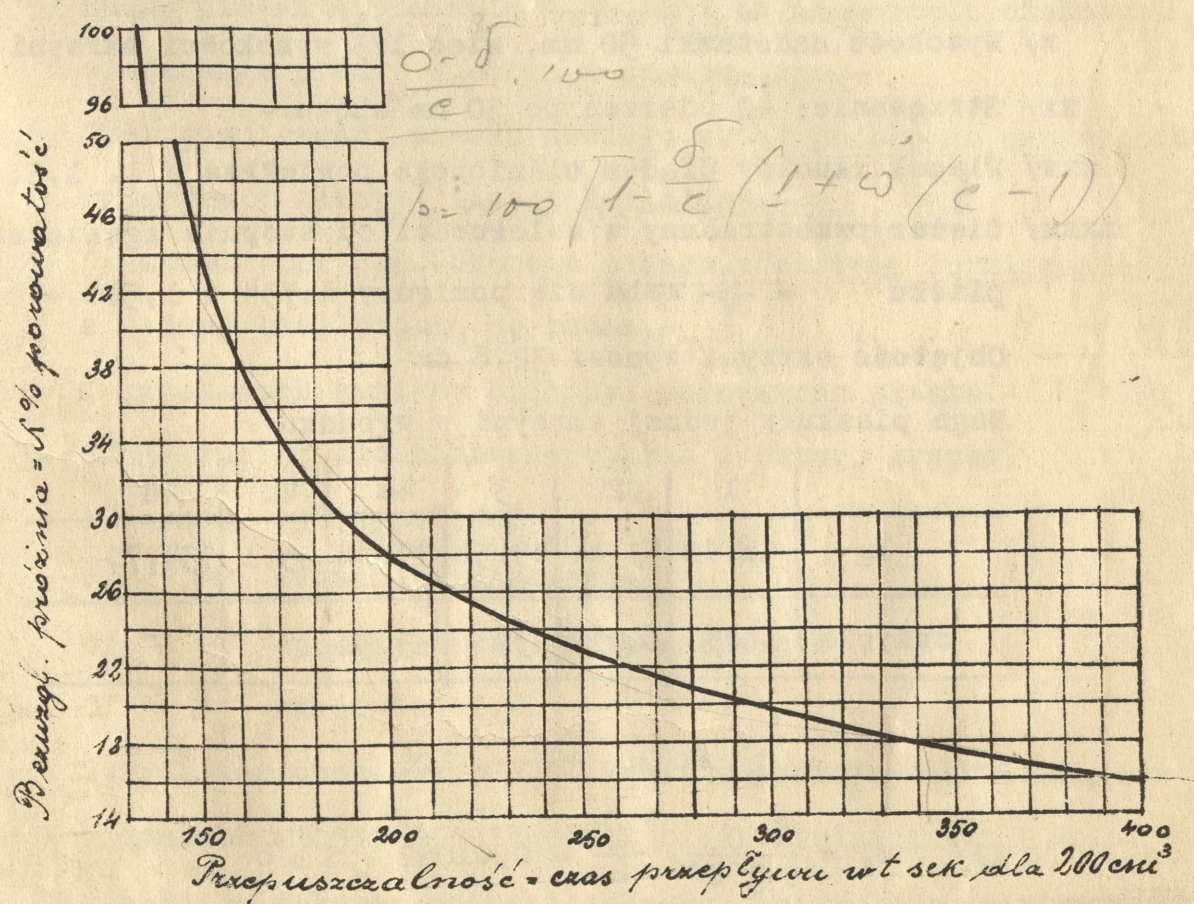
Porowatość dla tych wypadków granicznych waha się pomiędzy 34,6% i 20,65%.

3/ Podkreślić należy, że " porowatość " nie jest równoznaczna z przepuszczalnością.- Porowatość maleje nawet przy nieznacznym wzroście wilgoci, podczas gdy przepuszczalność wilgotnego piasku bywa niekiedy z powodu pęcznienia warstwy gliny większa niż suchego piasku.-

Stosunek zależności przepuszczalności od porowatości przedstawia wykres na rys.-33

Rys. 33.

Wykres przepuszczalność – porowatość według Rodehüsera.-



Zestawienie wyników badań / Rodehüser /

Lp.	Sposób formow. wym. skrzyń 423-517-150 b . l . h	ciężar przest. g/cm^3 xxxx/	Przepuszcz. czas spółcz. t/sek I	Wytrz. na zł w_z g/mm² II	Wilgoć H_2O% III	Ciężar gat. g/cm^3 IV	Porowatość p% V
1	ręcznie form.	1,734	318	43	1,33	9,1	2,44	19,5
2	Hydraul. prasow. x/	1,620	224	60	0,91	8,9	2,44	25,2
3	strzęsana forma xx/	1,508	180	75	0,66	8,7	2,44	30,6
4a	narzucana xxx/ prądem 1 atm. piasku	1,52	187	71	0,74	8,75	2,44	29,9
4b	1,5 "	1,68	243	56	1,24	9,45	2,44	23,6
4 c	2 "	1,67	275	49	0,78	8,8	2,4	22,4

Uwagi: Piasek "użytkowy" zawierający substancji wiążących 23,5%.-

x/ Wysokość nadstawki 50 mm, więc 1/3 wysokości skrzyni.-

xx/ Strzęsanie: 40 uderzeń po 50 mm skoku.-

xxx/ Piasek rzucany prądem ciśnionego powietrza / 1, 1,5, 2 atm.

xxxx/ Ciężar przestrzenny w zależności od stopnia zgęszczenia piasku $= \frac{G}{V}$ waha się pomiędzy 1,734 i 1,508.-

Objętość skrzyni wynosi 32,8 dm^3.-

Waga piasku w jednej skrzyni w wypadku

	1	2	3	4a	4b	4c
kg	56,88	53,14	49,56	49,86	55,1	54,78
zużycie	107%	100%	93%	93,5%	-	-

I/ $$\mu = \frac{135}{t} \cdot 100$$

II/ $$w_z = \frac{G}{0{,}1\ d^3} \cdot \frac{1}{2} = 0{,}01092 \cdot l^2 \cdot \delta$$

III/ $$w\% = \frac{P_w - P_s}{P_s} \cdot 100$$ / P_w = piasek wilg./

IV/ $$c = \frac{P_s}{P_s - /P_w - W_g/}$$

V/ $$p\% = 100 / 1 - \frac{\delta}{c} \{1 + w' (c - 1)\} /$$

8/ Kolejność oznaczeń własności piasku.-

Systematyczną kolejność badań zachował Rodehüser.- Wziętą do mosiężnej rurki próbkę piasku ubitego w skrzyni oznaczył:

1/ Wagę przestrzenną / ciężar 1 cm^3 piasku / przedstawiającą stopień zgęszczenia piasku.-

2/ Oznaczył przepuszczalność tej samej próbki i obliczył spółczynnik przepuszczalności.-

3/ Wytrzymałość na odłamanie.-

4/ Odłamane kawałki zważył, wysuszył i oznaczył zawartość wilgoci.-

5/ Suchy piasek z badania 4-go użył do oznaczenia ciężaru właściwego piasku suchego w piknometrze.-

6/ Z drugiej części piasku suchego wziął próbkę do oznaczenia zawartości gliny i innych kolloidów.-

7/ Oznaczył opór zgęszczonego piasku w skrzyni formierskiej, z której brał próbkę do badań.-

8/ Z uzyskanych wyników obliczył porowatość piasku.-

9/ Skonstruował skonbinowany wykres i cztery krzywe:

a/ krzywa wytrzymałości

b/ " stopnia zgęszczenia

c/ " spółczynników przepuszczalności

d/ " porowatości.-

Wykres ten obowiązuje dla piasku z zawartością składników wiążących 23,5%, 9% wilgoci i ciężaru właściwego 2,45.-

Z takiego wykresu można z jednego pomiaru n.p. głębokości

wgłębienia się t młotka w ubity piasek / opór zgęszczenia / odczytać wszystkie inne dane odnoszące się do badanego piasku.-

2/ OSTRY PIASEK DO JADER.-

W celu otrzymania czystych powierzchni wewnętrznych przy odlewach wydrążonych i w celu oszczędzenia na kosztach czyszczenia stosujemy przedewszystkiem przy odlewach skomplikowanych jądra z piasku " rzecznego" lub " morskiego ".- Ponieważ te piaski nie posiadają bez względu na wilgoć żadnej wytrzymałości i plastyczności, dodajemy do nich różne oleje, dekstrynę, mąkę i t.p.-

Morskie i rzeczne, t.zw. " ostre " piaski składają się z samych ziarnek kwarcu.- Punkt topnienia ca 1700° C.- Zawartość najmniejsza węglanów i alkaljów niepożądana.- Węglany rozkładając się wytwarzają CO_2, powodujący powstawanie "pęcherzy"; alkalja mogą zmydlić pewną część kosztownego oleju, dodawanego do piasku.- Tak samo niepożądana jest zawartość gliny, gdyż ta wchłania duże ilości oleju i powiększa koszta / maks.1% /.- Następnie piasek ostry powinien być wolny od " pyłu "; Pył należy starannie usunąć, gdyż obniża przepuszczalność dla gazów i powietrza.- Zawartość wody maks. 3 - 5%.- Istnieją trzy gatunki piasków ostrych:

a/ piasek gruby, w którym 70% ziarnek ma średnicę 0,3 - 0,4 mm
b/ " średni, " " " " " 0,2 - 0,3 "
c/ " drobny " 90% " " " 0,1 - 0,2 "

Piasek gruboziarnisty warunkuje dużą przepuszczalność, ale jest mało plastyczny i posiada małą wytrzymałość.- Piasek składający się z drobnych / 0,2 - 0,3 mm / ziarnek o tej samej mniej więcej

wielkości jest najlepszy.- Mieszanina stosunkowo dużych ziarnek z bardzo małemi jest ze względu na wymagania przepuszczalności niekorzystna.- 70% ziarnek powinny być 0,2 - 0,3 mm grube; żadne ziarnko nie powinno być większe niż 0,5 mm, nie mniejsze zaś niż 0,1 mm.- W handlu spotykamy piaski kwarcowe zawierające 99,85 do 87,4% kwarcu i 0,15% do 12,6% gliny.- Ziarnka kwarcu mają średnicę wynoszącą 0,4 - 0,08 mm.- Tymczasem za dobre możnaby uważać piaski zawierające 99% kwarcu i 1% gliny składające się w 70% /min./ z mniejwięcej równych drobnych ziarnek / 0,2 - 0,3 mm /.-

Przed użyciem piasku ostrego do formowania jąder należy go wysuszyć i odpylić / odkurzyć /; następnie zwilżamy piasek dodając pewną ściśle oskreśloną ilość czystej wody i mieszamy jak najstaranniej; następnie dodajemy oliwy / 1,5 - 3,5% / i znowu starannie mieszamy.- Koszt oleju wynosi 25 - 50% kosztów samego piasku.- Każdy gatunek oleju wymaga odpowiedniej temperatury suszenia i pewnego ściśle przestrzeganego czasu trwania suszenia.-

3/ PIASEK STALIWNY.-

Staliwnie stosują niebardzo bogaty w glinę piasek kwarcowy.- W Czechosłowacji znany jest piasek kwarcowy z Olomučan dostarczany przez kopalnię w postaci mniej więcej równych drobnych ziarnek; gdzieniegdzie znachodzą się zbite bryłko kaolinu, które należy usunąć przez przesiewanie.- Wysiewki gliny rozrabiamy w wodzie i tą wodnistą gliną nacieramy hacki formierskie i t.p.

Do uwolnionego od kaolinu piasku kwarcowego dodajemy n.p. pewną ilość mąki.- Do małych odlewów stosujemy czystą mieszaninę piasku kwarcowego z mąką dla całej formy.- Przy odlewach grubszych służy świeża mieszanina / kwarc + mąka / jako " piasek mode-

lowy "; do zapełnienia skrzyni używamy starego piasku.- Przy bardzo dużych odlewach / walce / dodajemy do mieszaniny piasku i mąki trochu gliny / kaolinu /.- Aby zaś podwyższyć porowatość i przepuszczalność, któraby z powodu dodatku kaolinu ucierpiała zadużo dodajemy przy grubszych odlewach do mieszaniny świeżego piasku z mąką i glinę pewną ilość grubego kwarcu / do 5 mm średn./ wypalonego i zmełtego.- Form z piasku kwarcowego nie " czernimy"; mimo to odlew bardzo dobrze wychodzi z formy.- Przepalona warstwa o grubości 1 - 2 mm ma kolor ciemno-czarny, który jednak nie pochodzi od czernidła,- Suszenie odbywa się w nocy w suszarniach przy stosunkowo niskiej temperaturze 60 - 100° C.- Formy ciężkich walców suszymy dłużej.-

W staliwniach amerykańskich stosuje się morski piasek jeziora Michigan, zawierający mało gliny i tlenku, z dodatkiem odpowiedniej ilości gliny lub tłustego piasku formierskiego z bardzo dobrym wynikiem.- Jako kleiwo używana jest dekstryna, ług sulfitowy i melasa.- Ług sulfitowy stosuje się przeważnie wtedy, jeżeli dodano do piasku glinę.- Także różne oleje są stosowane nie tylko do wyrobu jąder, lecz także form.- Małe i średnie odlewy odlewane są w formach świeżych - nie suszonych.- Nawet duże formy dla odlewu do 3000 kg są tylko słabo suszone.- Wypalanie form nie istnieje wcale.- Bardzo duże odlewy wymagają form murowanych i suszonych przez 8 do 12 godzin przy temp. około 200° C.-

4/ PIASEK UŻYTKOWY.-

Piasek będący w użyciu w bieżącym ruchu odlewni nazywamy " piaskiem użytkowym ".- Odświeżany bywa on co parę dni przez dodatek nowego piasku.- Pozatem jest to właściwie tylko wystygły piasek po ukończonym odlewie form.- Formierz przy owym warsztacie ma odpowiednią ilość piasku, która mu wystarczy na

cały dzień.- Z kupy wystygłego piasku rzuca na drobne sito /1.1 mm/ pewną ilość piasku i wysiewa go jako " piasek modelowy " na model.- Na piasek modelowy rzuca jeszcze pewną ilość wystygłego piasku bez przesiewania, resztę dodaje z piasku trochę wystygłego.- Po odlewie formy wyrzuca z niej gorący piasek na osobne miejsce na tak długo, aż zużyje całą kupę piasku z dnia poprzedniego.- Przy stosunkowo cienkich odlewach wystarczy mniejsza o połowę kupa piasku tak, że ten sam piasek dwa razy na dzień jest używany.- Kiedy formierz spostrzeże, że piasek traci swą plastyczność, odświeża go.- Miesza i przesiewa przez grube sito / 4 x 4 mm / i nawietrza, puszczając przez desintegrator.- Piasek służący tylko do zapełnienia skrzyni nazywamy " piaskiem skrzyniowym " w przeciwstawieniu do " piasku modelowego " / Füllsand, Modellsand /.- " Piasek użytkowy " odróżnić należy od " piasku starego ", który utracił swą plastyczność przez wypalenie i który składa się z mniejszych lub większych twardych brył.- Taki " stary piasek " rozdrobniony i oczyszczony od żelaza elektromagnesem używamy jako " dodatek chudzący " do piasku tłustego lub gliny / środek " schudzający " /.-

B/ GLINA FORMIERSKA.-

Rozróżniamy dwa gatunki gliny:

a/ glinę tłustą,

b/ glinę chudą.-

Glina tłusta po wysuszeniu jest bardzo twarda i silna, prawie nieprzepuszczalna, przy suszeniu pęka.- Glina chuda zawierająca dosyć dużo drobnego piasku, po wysuszeniu jest mniej twarda i mniej silna, natomiast przepuszczalna.-

Często stosujemy zależnie od jakości odlewów mieszaninę obydwóch glin.- Formy z gliny są bardzo wytrzymałe, glinę stosu-

jemy z tego powodu do wykonania form dużych.- W odlewniach rur używamy gliny do wyrobu jąder.-

Formy i jądra z gliny muszą być zawsze wysuszone.- Przez wyparowanie wody podczas suszenia przepuszczalność gliny suszonej czystej byłaby jednak za mała.- Dlatego dodajemy zwykle do gliny nawóz koński, sieczkę albo drobny wiór drzewny / trociny /, trochę piasku starego i t.p. Już przez suszenie nawóz koński, sieczka lub wiór drzewny napęczniałe z powodu wilgoci kurczą się i około nich tworzą się w glinie miejsca luźniejsze i glina posiada już pewną porowatość.- Podczas odlewania ulatniają się z nawozu sole amoniakowe, ze zwęglającej się sieczki lub trocin uchodzą gazy i porowatość się powiększa.- Całe formy nie składają się wyłącznie z gliny.- Gliny używamy jako " malty " do murowania dużych form z cegieł i do wygładzania murowanych ścian formy.- Grubość warstwy gliny jest stosunkowo nie duża / 30 - 40 mm /.- Jądra też nie są całe z gliny; n.p. jądra do rur wyrabiamy w ten sposób, że na rdzeniu z przedziurawionej blachy nawijamy warstwę słomy, na której dopiero toczymy z gliny jądro.-

Do murowania formy stosujemy mieszaninę gliny składającą się z 1/3 chudej gliny, 1/3 piasku ostrego / murarskiego/ 1/3 odpadków lnu.- Do warstwy gładkiej nakładanej na wymurowaną formę stosujemy nieco odmienną mieszaninę gliny składającą się z 30% chudej gliny, 30% piasku murarskiego, 30% odpadków lnu i 10% mielonego koksu.-

Skład chemiczny kaolinu z Widnawy na Śląsku czeskim, kosztującego 75 zł za tonę bez cła jest następujący:

SiO_2 ... 69,75% Al_2O_3 .... 21,7% Fe_2O_3 ... 0,55%

CaO .... 0,18% MgO ... 0,1%

Strata na prażenie .... 7,56% przy temp. 110° C

Ogniotrwałość: stożek Segera 34/35 ... 1750/1770.-

c/ MASA FORMIERSKA.-

" Masa " pod względem swego składu nie jest ani " Piaskiem formierskim " ani " gliną "; jest bowiem bogatsza w glinę niż w piasek formierski, ale uboższa w glinę niż czysta glina.- " Masa " zawiera także daleko więcej wody niż piasek; tworzy bowiem niby rzadkie ciasto.-

Masa jest właściwym materjałem formierskim przy wykonaniu form według"szablonu".- Formy z " masy " wykonujemy dla odlewów grubych / walce /, które z powodu wielkiej ilości ciepła zawartego w płynnem i krzepnącem żeliwie wymagają formy mocnej i odpornej na duże i długotrwałe gorąco.- Masa powinna być bardzo dokładnie wysuszona; podczas odlewania nie powinna się z masy wydobywać żadna para, któraby z powodu stosunkowo małej przepuszczalności masy szukała ujścia przez masę płynnego żeliwa.-

Masa składa się z tłustego piasku, ogniotrwałej gliny z dodatkiem nawozu końskiego lub od krów, sieczki, trocin, odpadków lnu.- Po wysuszeniu jest masa porowata, przepuszczalna; masa podczas suszenia nawet przy wysokiej temperaturze nie pęka.- Dla dużych odlewów żeliwnych składa się masa z 50% gliny i 50% piasku formierskiego.- Dla średnich odlewów żeliwnych / cylindry lokomotyw/ składa się masa z 46% gliny, 46% piasku, 8% pyłu węglowego.-

Masa dla odlewów s t a l i w n y c h powinna być bardziej ognioodporna niż masa dla odlewów żeliwnych.- Do masy tej stosujemy bardzo ogniotrwałą glinę i ogniotrwałe " chudzące " dodatki, które przeciwdziałają kurczeniu się gliny.- Głównym składnikiem jest " surowa glina " z dodatkiem " gliny palonej " pozbawionej własności kurczenia się.- Surowa glina wytwarza plastyczność i warunkuje wytrzymałość masy.- Glina palona jest już właściwie

" chudzącym " dodatkiem, ale nie wystarczającym dla wymaganej przepuszczalności.- Dalszy dodatek " chudzący " jest konieczny w postaci mąki,kwarcu, koksu, szamoty albo odpadków tygli i przedewszystkiem " starej masy ".- Są to wszystko materjały nie kurczące się pod wpływem gorąca i ograniczające kurczenie się gliny do minimum.- Oprócz tego dodajemy do masy do odlewów staliwnych pewną ilość g r a f i t u w celu osiągnięcia większej odporności na gorąco.-

Dobrze przygotowane, dokładne mieszanie jest konieczne.- Z powodu stosunkowo dużych kosztów ogniotrwałej masy oszczędzamy w ten sposób, że nie wykonujemy form całych z świeżej masy, lecz tylko warstwę grubości ca 30 mm, podczas gdy resztę stanowi stara masa.-

Dobre mieszaniny mas do staliwa:

1/ dla odlewów do 1500 kg: chudy kaolin / Blansko / bez żadnego dodatku, tylko odpowiednio zwilżony,

2/ 1/3 - 2/3 kaolin Blansko + 2/3 - 1/3 piasek formierski do staliwa z Rajec u pod Bernem Mor.

3/ dla staliwa o równej grubości ścianek w/g Dra Geigera T.I. str. 598.-

Dla grubości ścianki 20 - 50 mm

a/ starej masy 4 l, złomu tyglowego glinianego 1 l, szamoty 1 l, miału koksowego 1/2,

b/ starej masy 12 l, białej gliny 1 l, piasku kwarcowego 5 l grafitu 2 l.-

Dla grubości ścianki większej niż 50 mm:

a/ starej masy 1 l, złomu tyglowego glinianego 10 l, szamoty 5 l, białej gliny 3 l, miału koksowego 1 l.-

b/ piasku kwarcowego 10 l, grafitu 2 l.-

II.

DODATKI DO MATERJAŁOW FORMIERSKICH.-

A/ DODATKI DO PIASKU FORMIERSKIEGO DO FORM NIESUSZONYCH.-

Główną rolę odgrywa pył węglowy, który pochodzić winien z węgla, zawierającego bardzo dużo składników lotnych / 30-40% / i jak najmniej popiołu.- Ziarnistość jego powinna być równomierna.- Ziarnka bardzo drobne.- Większe kawałki węgla są niekorzystne; spalając się powodują nierówną powierzchnię odlewu.- Wpływ pyłu węglowego polega na tem, że około każdego ziarnka wytwarza się przy prażeniu węgla warstwa gazu, który uchodząc do górnej części formy toruje drogę parze.- Ta warstwa gazu tworzy się przedewszystkiem też na powierzchni formy i zabezpiecza piasek od wpływu wysokiej temperatury płynnego żeliwa, tak że piasek się nie spieka i powierzchnia odlewu jest gładka.- Chude piaski z powodu swej dużej porowatości zezwalają na większy dodatek węgla niż piaski tłuste mało przepuszczalne dla większej ilości gazów, powstających przy spalaniu węgla.-

Po odlewie w sferze działania wysokiej temperatury pozostaje w piasku z pyłu węglowego pył koksu zapełniający próżne miejsca pomiędzy ziarnkami piasku i obniżający przepuszczalność; pewna część koksu spala się i pozostaje tylko popiół, który jeszcze bardziej obniża przepuszczalność.- Z tego wynika postulat, że pył węgla powinien być ubogi w popiół.- Lecz w praktyce okazuje się często pył węglowy bogaty w popiół lepszy niż ubogi w popiół.- Najlepiej odpowiada w praktyce węgiel bogaty w gaz, długopłomienny, chudy; spiekające się węgle gazowe nie są tak dobre.- Pył węglowy pochodzący z " odkurzaczy " sortowni węgla albo ze szlamu nie jest tak dobry, jak pył otrzymany bezpośrednio przez mielenie

węgla grubego.- Do form, które mają być suszone, pyłu węglowego nie dodajemy.-

Ilość dodawanego węgla kamiennego zależy od grubości ścianek odlewu; / w/g. Th. West'a /

grubość ścianki 19 - 32 mm ..... 10% pyłu węglowego
" " 32 - 63 " ..... 12% " "
" " ponad 63 mm .... 14 - 16% "

B/ DODATKI DO PIASKÓW KWARCOWYCH STOSOWANYCH DO WYROBU JADER.-

W odlewniach zwykłych / różne zwykłe odlewy maszynowe, budowlane, handlowe / stosujemy ogólnie piasek formierski bogatszy w glinę do wyrobu jąder.- Zawartość gliny zależy od wymaganej wytrzymałości / wysokości odlewu / i od wymaganej odporności na działanie gorąca / wielkość odlewu /.- Małe jądra sporządzamy ze zwykłego piasku formierskiego i nie suszymy ich wcale.- Większe jądra z większą zawartością gliny suszymy zawsze.- Najbardziej mocne jądra sporządzamy z samej gliny z małym dodatkiem piasku rzecznego i innych " chudzących " środków.- Żaden inny środek dodany do piasku / jak oleje, mąka etc / nie daje nawet w przybliżeniu tak dużej wytrzymałości, jak glina zupełnie wyższona, prawie spalona.- Słabą stroną jąder z gliny jest ich wielka twardość i zwięzłość.- Wydobywanie jąder z bardziej skomplikowanych odlewów jest bardziej trudne i kosztowne.-

Piaskom kwarcowym nadajemy własność plastyczności dodając pewną ilość substancyj lepkich / oleje, ług sulfitowy, melasa, żywica, mąka, dekstryna i t.d. /.-

Po wysuszeniu jądro jest twarde i silne; po odlewie spala się lepiszcze, piasek traci mniej lub więcej zwięzłość i łatwo wypada z odlewu.- Dobór odpowiedniego dodatku zależy od

jakości piasku, względnie od gatunku odlewów.- " Radjatory " wyrabia się dzisiaj wyłącznie z piasku ostrego zaprawionego olejem.- Piasek, który ma być zaprawiony olejem winien być czystym piaskiem kwarcowym, wolnym od zawartości gliny.-

Natomiast do wyrobu małych kotłów stosujemy ogólnie jądra w piasku zaprawione mąką; tutaj pewna stosunkowo mała zawartość gliny w piasku rzecznym jest pożądana, gdyż podnosi wytrzymałość jądra.-

W każdym razie piaski ostre winne być wolne od wapienia $CaCO_3$; ziarnka winne być drobne / 0,3 - 0,2 mm / i mniej więcej równe.-

a/ O l e j e .-

1/ Olej lniany, olej lniany gotowany, osad oleju lnianego.-
2/ Lekkie oleje teru, ciężkie oleje teru,
3/ Chiński olej orzechowy / Tung /
4/ Oleje rybne.-

1/ Jądra z surowym olejem lnianym są bardzo mocne.- Wytrzymałość na rozerwanie wynosi 6 - 8 kg/cm^2.- Wymagają stosunkowo długiego suszenia i rozkładają się po odlaniu zupełnie, podczas gdy jądra sporządzone z olejem lnianym gotowanym, często zanieczyszczonym, wymagają do czyszczenia pewnego nakładu pracy.- Osad oleju lnianego w zbiornikach pras jest wprawdzie bardzo lekki i daje dużą wytrzymałość, ale z powodu swej dużej lepkości przylepia się do ścian jądrnic i utrudnia pracę.-

2/ Oleje teru lekkie szybko się ulatniają, są mało wydajne, jądra posiadają małą wytrzymałość / 0,35 kg/cm^2 / i trudno je wydobyć z odlewu.- Daleko lepsze są oleje ciężkie; nadają się do jąder o średniej wytrzymałości / 1,5 - 2 $kg/cm^2 = w_r$ / znakomicie.- Jądra po odlewie prawie zupełnie się rozpadają.-

3/ Olej chiński orzechowy / Tung / daje tak twarde jądra, jak olej lniany; ale jądra te niestety trudno wydobyć z formy.-

4/ Oleje rybne / tran / są stosunkowo tanie, dają bardzo dobre jądra o wysokiej wytrzymałości, ale naogół rzadko stosowane z powodu złego zapachu przy odlewaniu.-

Jakość olejów badamy w ten sposób, że mierzymy ubytek oleju przez ogrzewanie przez 24 h w temp. 100° C, jakoteż ubytek dalszy przez podgrzewanie w temp. 200° C przez 1 h.- Badamy także resztę, pozostającą w tyglu po wysuszeniu się zupełnym oleju.- Jeżeli po wysuszeniu pozostaje zwięzła masa to można wnioskować, że jądra zaprawione takimi olejami trudno dają się wydobyć z odlewu.-

Gatunek oleju	Suszenie		Reszta po wysuszeniu	v_r kg/cm^2
	przez 24 h przy 100°C	przez dalszą 1 h przy 200°		
	Powoduje stratę / — / oleju w % wzgl. przyrost /+/ pierwotnej wagi			
Czysty olej lniany	+ 0,22%	- 3%	rozpada się na proch	6 - 8
Olej lniany gotowany	- 6,5%	- 3%	zwięzła warstwa	
Lekki olej terowy	- 70%	- 20%		0,35
Ciężkie oleje teru	- 32%	- 30%	zwięzła błyszcząca powł.	1,5-2
Chiński olej orzechowy	+ 2%	- 1,5%	zwięzła silna warstwa	

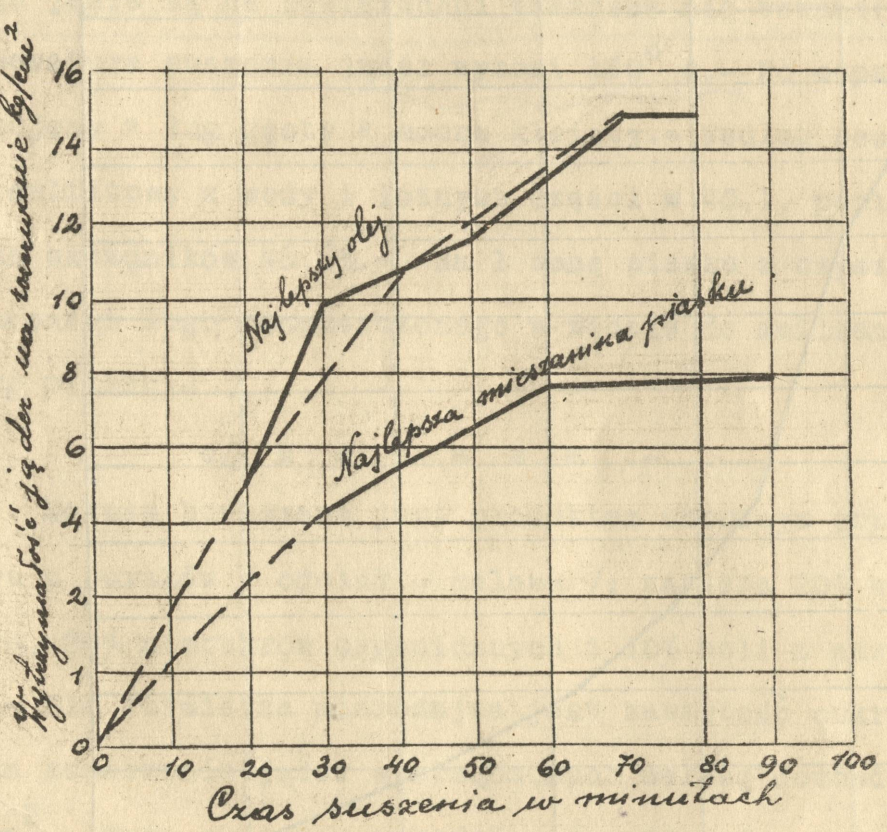
Badanie najlepszej mieszaniny piasku

Badanie najlepszej mieszaniny piasku przeprowadzamy w ten sposób, że zaprawiamy pojedyncze mieszaniny piasku tą samą ilością wody i tą samą ilością tego samego oleju przestrzegając

tego samego sposobu mieszania; sporządzamy z każdej takiej mieszaniny jądra równe i wkładamy równocześnie do suszarni.- Po 30 -, 40-, 50-, 60-, i t.d. minutach badamy jądra na wytrzymałość na rozerwanie.- Piasek dający najszybciej największą wytrzymałość uważać wypada za najlepszy / wykres na rys. 34 /.-

Rys. 34.

Wykres wytrzymałości - czasu suszenia.-



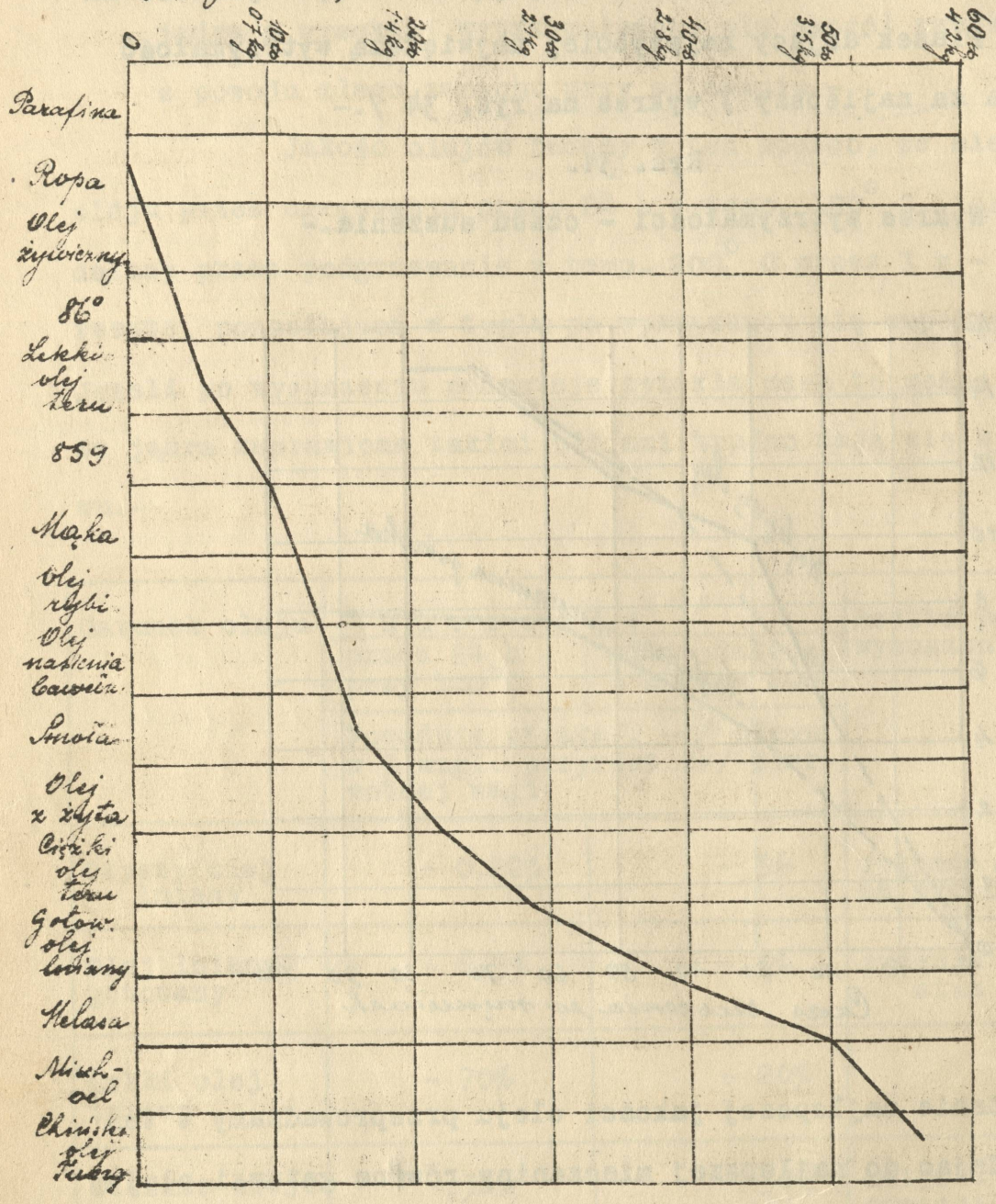
Badanie najlepszej jakości oleju przeprowadzamy w ten sam sposób dodając do najlepszej mieszaniny równe gatunki oleju, w tej samej ilości / wykres na rys.35 /.-

Jeżeli nie jest wymagana duża wytrzymałość, można do oleju dodać trochę ługu sulfitowego i obniżyć w ten sposób koszta jąder.-

Suszenie jąder wymaga dla każdego oleju właściwej temperatury i właściwego czasu.- Zwykle wystarczy temperatura ca 150 - 200° C.- Przepalone jądra tracą zwięzłość i są niezdatne do

Rys. 35.

Wykres wytrzymałości jąder - gatunek oleju.-



użytku.- Na początku suszenia uchodzi woda w postaci pary, następnie utlenia się olej.- Jądra z piasku z dodatkiem oleju dają tę korzyść, że nie wchłaniają wilgoci żadnej i mogą przez czas dłuższy leżeć w formie z piasku świeżego, niesuszonej.-

b/ Ług sulfitowy.-

Ług sulfitowy / roztwór CaS w nadmiarze SO_2 / jest produktem ubocznym przy fabrykacji celulozy siarczynowej.- Składa się z wody, kwasu barwikowego, cukru drzewnego / glikoza / kwasu octowego / ksyloza /, rozpuszczalnych żywic i nie podlega żadnej fermentacji.- Zawartość alkaljów w piasku obniża znacznie siłę wiążącą ługu.- Przy suszeniu gromadzi się wilgoć i ług na powierzchni jądra; dlatego jądra są na powierzchni twardsze niż wewnątrz.- Najlepsza temperatura suszenia jąder wynosi 180° C.- Po odparowaniu wody otrzymujemy " ług gęsty " mocno kleisty.- Według West'a składa się ług sulfitowy z wody i lotnych części w 40,1, popiołu 13,3%, organicznych składników 46,6%.- Na 1 tonę piasku z czyszczarni 5 kg zgęszczonego ługu rozpuszczonego w wodzie do zwilżania odpowiada 100 kg piasku.-

c/ M e l a s a .-

1/ Melasa buraczana jest produktem ubocznym przy wyrabianiu cukru z buraków / odciek = melasa /; zawiera 20% wody, ca 50% cukru, 20% niecukrów organicznych i 10% soli z zawartością 50% K_2O.- Dla formierza miarodajna jest zawartość cukru.- Wytrzymałość na rozerwanie jąder sporządzonych melasą dochodzi do 3,5 kg/cm^2.- Przy suszeniu uchodzi najprzód woda, potem gotuje się melasa i robi się tak ciepłą, że oblewa wszystkie ziarnka; przez dalsze suszenie melasa pozostaje w postaci cienkich błon.- Bardzo ważnym jest wybrać w suszarni jądra w odpowiednim momencie t.j. wtedy, kiedy melasa ledwo stwardnieje.- Bardzo dobra mieszanina piasku z melasą: 18 kg suchego piasku rzecznego o średnicy ziarnek 1 - 2 mm z dodatkiem 1 kg melasy i 0,3 kg czystego oleju lnianego.- Najpierw należy ręcznie mieszać, potem mechanicznie dokładnie.-

2/ Melasa mleczna jest to odciek przy wyciąganiu cukru

z żętycy przy wyrobie serów.- Zawiera tylko ca 16% cukru i dużo popiołu obok 30% wody.- Melasa mleczna czyni jądra bardzo twarde / jak kamień /.-

d/ Ż y w i c a .-

Mamy żywicę sosnową, terpentynową znaną przeważnie pod nazwą " kalafonji ".-

Kalafonja / amerykańska, francuska, niemiecka /topnieje przy temp. 135 - 150° C; dlatego temperatura suszenia nie powinna być wyższa niż 150° C .- Pod wpływem gorąca przy odlewaniu kalafonja spala się i jądra łatwo można usunąć z odlewu.- Jądra nie wchłaniają żadnej wilgoci.- Wytrzymałość ich wynosi ca 1 kg/cm^2.-

e/ Mąka, dekstryna i " Quelline"/.

Podczas gdy oleje wymagają czystego piasku kwarcowego bez gliny, można stosować mąkę do piasku nawet ze znaczną zawartością gliny.- Czyste jądra " mączne " dają wytrzymałość ca 0,8 kg/cm^2; wyższą wytrzymałość można otrzymać przez dodatek ługu sulfitowego albo kalafonji.- Po odlewie jądra mączne najłatwiej ze wszystkich wypadają przy lekkim tylko uderzeniu.- Temperatura suszenia 175 - 190° C.-

Europejskie odlewnie używają mąki ziemniaczanej albo żytniej.- Odlewnie amerykańskie stosują natomiast mąkę pszenną.- Dekstryna powstaje ze skrobi przez ogrzanie w temp. 160 - 200° C.- Rozpuszczana w wodzie gorącej i dodana do trochę zwilżonego piasku ostrego daje jądra bardzo silne; temperatura suszenia 150° C; w_r = 0,8 kg/cm^2; jądra wchłaniają chciwie wilgoć i mogą być wkładane do formy świeżej tuż przed odlewem.- Dobra dekstryna składa się 9,5% wody, 3,6 - 4,8% cukru i maks. 0,35% popiołu.-

Quelline wyrabiana jest ze skrobi zwykłej, poddanej działaniu mieszaniny alkoholu z potasem żrącym.- Podczas gdy zwykła skrobia rozpuszcza się tylko w gorącej wodzie, to skrobia pod-

dana działaniu mieszaniny alkoholu z potasem żrącym jest rozpuszczalna w zimnej wodzie i dlatego jest wygodniejsza dla formierza.- Quelline wymaga ostrego piasku wolnego od zawartości gliny.- Piasek suchy mieszany z 1% Quelliny i dopiero potem zwilżany.- Jądra są już wstanie wilgotnym tak silne, że można je wybrać z jądrnic; Po suszeniu są bardzo mocne; po odlewie łatwo wypadają z odlewu.- Siła wiążąca Quelliny jest znacznie większa, niż dekstryny, ługu sulfitowego lub melasy.- 1 kg Quelliny równoznaczy z 4 kg dekstryny, 6 kg ługu sulfitowego i 8 kg melasy.- Jądra nie wchłaniają wilgoci w znacznych ilościach.- Mogą być przechowywane nawet kilka tygodni.-

Th. West podał kilka mieszanin piasku dla jąder:

1/ Mieszanina piasku dla dużych zwyczajnych jąder: 2 części piasku morskiego, 1 część piasku formierskiego z dodatkiem 6 - 8% mąki.-

2/ dtto: 50% piasku rzecznego, 50% piasku formierskiego z dodatkiem piwa albo melasy

3/ dtto: 3 części piasku morskiego, 1 część piasku formierskiego z dodatkiem 7% mąki, przyczem formę należy zwilżyć mlekiem gliniastym

4/ Mieszanina dla drobnych twardych jąder: 1 część piasku morskiego, 3 części piasku formierskiego z doatkiem 7% mąki albo żywicy, przyczem formę należy zwilżyć 5% wodą melasową.-

C/ DODATKI DO GLINY I MASY FORMIERSKIEJ.-

1/ Nawóz koński lub krowi odgrywa przy robotach formierskich bardzo ważną rolę.- Podczas suszenia rozkładają się sole zawarte w nawozie i pozostawiają w glinie drobne kanaliki, któremi podczas odlewania uchodzą gazy.- Nawóz przyczynia się także do zwiększenia zwięzłości gliny i umożliwia większy dodatek piasku ostrego w celu osiągnięcia formy czy jądra bez żadnych

pęknięć.- Nawóz krowi stosujemy rzadko; tylko przy odlewach drobnych, gdzie rozchodzi się o bardzo gładkie powierzchnie.- Mieszanina gliny i nawozu składa się z 40 - 60% gliny, i 60 - 40% nawozu licząc na objętość.-

2/ Sieczką, plewy, trociny, odpadki lin używane są zamiast drogiego nawozu; czynią wprawdzie glinę porowatą, ale obniżają zwięzłość / Bindekraft /.-

III

MATERJAŁY POWIEKSZAJACE OGNIOODPORNOSC FORM WZGL. JADER.

Sposób użycia i przygotowania materjałów ognioodpornych zależy od tego, czy mamy do czynienia z formami z wilgotnego piasku, czy z formami suszonemi.-

A/ F o r m y w i l g o t n e .-

Formy wilgotne czynimy ognioodporniejsze posypując powierzchnię ich suchym pyłem węgla drzewnego, grafitu, lub mieszaniną węgla drzewnego z grafitem.-

Pył węgla drzewnego jest bardzo hygroskopijny; szybko wciąga w siebie wilgoć z powierzchni formy i wskutek tego siłą adhezji przylega dobrze do formy.- Hygroskopijność jest tutaj podstawowym warunkiem zdatności materjału.- Aby prąd płynnego żeliwa nie unosił częściowo lekkiego pyłu węgla drzewnego z jednego miejsca na drugie przyciskamy odpowiedniem narzędziem /gładzik/ lekką warstwę pyłu / polerujemy formę / do powierzchni formy, albo wkładamy model ponownie do formy.- Podczas odlewania pył węgla drzewnego spalając się daje gaz, który stanowi cieniutką warstwę pomiędzy powierzchnią formy i żeliwem, chroniąc pierwszą przed zbyt gwałtownym działaniem gorąca.- Odlew posiada gładką, piękną

powierzchnię.- Pył węglowy stosować można tylko przy odlewach drobnych o cienkich ściankach.-

Przy odlewach grubszych stosujemy suchy proszek grafitu, który także chciwie wchłania wilgoć z powierzchni formy.- Grafit wilgotny przylepia się do gładzika wzgl. do modelu i nie da się łatwo polerować.- Dlatego grafit posypujemy pyłem węgla drzewnego.- Do " pruszenia"form używają formierze woreczków z delikatnej tkaniny lnianej.-

W niektórych odlewniach zamiast pyłu z węgla drzewnego stosowana jest mieszanina bardzo dobrze zmełtego suszonego kaolinu i koksu.- Koks jest hygroskopijny i dlatego musi być najdokładniej mieszany z kaolinem, który wchłaniając wodę z powierzchni wody przyciąga do siebie ziarenka koksu.- Odlewy nie mają jednak tak ładnej powierzchni jak te, których formy posypane były pyłem z węgla drzewnego.-

Niekiedy stosujemy zamiast węgla drzewnego bardzo delikatny proszek kwarcu / czysty albo z dodatkiem glinki /, który można polerować.- Odlewy sanitarne / garnki, wylewy, żłoby etc./, które mają być emaljowane, albo odlewy, które mają być inoksydowane, nie zezwalają na stosowanie węgla drzewnego.- W tych wypadkach mączka kwarcowa daje dobrą usługę.-

B/ F o r m y s u s z o n e .-

Formy suszone oblewamy wprost albo nacieramy mieszaniną wody i grafitu, z dodatkiem mączki z koksu, gliny, ługu sulfitowego i węgla drzewnego lub kamiennego.- Taką mieszaninę nazywamy"czernidłem".- Glina / najlepiej kaolin / ogniotrwała służy do lepszego trzymania się mączki koksu i grafitu na powierzchni formy.- Im grubszy jest odlew, temwięcej powinna mieszanina zawierać grafitu.- Grubsza warstwa grafitu byłaby zaś za mało przepuszczalna i dlatego

dodać należy trochę węgla drzewnego lub koksu.- Do czernienia form z piasku formierskiego opuścić można wcale grafit, lub ograniczyć go do małej ilości, jeżeli mieszanina wody, pyłu koksowego z dodatkiem węgla drzewnego i gliny jest dokładna i jeżeli koks jest rozdrobniony na delikatny pył.- Pory piasku są stosunkowo duże i wpuszczają wystarczającą ilość czernidła do górnej warstwy formy, czyniąc ją ognioodporniejszą.- Natamiast do czernienia jąder z gliny wskazana jest stosować w mieszaninie ca 60% grafitu, gdyż glina jądra jest mało porowata i ziarnka koksu na gładkiej powierzchni jądra suchego nie dobrze się trzymają podczas odlewania.-

Czernidło dobrze przygotowane powinno stać przez dłuższy czas / 1 - 2 dni /; przed-użyciem należy dobrze zmieszać, albo lepiej trzymać zapas czernidła w naczyniu, w którem jest ono wciągle w ruchu przez odpowiednio urządzone mieszadło. / Rührwerk /.- Zamiast grafitu stosować można także sadzę, uwolnioną przez zmywanie wodą mydlaną zupełnie od zawartości olejów / tłuszczów /.- W niektórych odlewniach maerykańskich stosowana jest zamiast grafitu mączka kwarcowa, czysta krzemionka, jako delikatny pył, z dobrym skutkiem.-

Czernidło dla cylindrów o grubości ścianki mniejszej niż 76 mm w/g. Th. West'a: 1 część pyłu węglowego / kamiennego /1/4 część pyłu węgla drzewnego, 1/4 część grafitu rozrobić należy z piwem lub wodą melasową, zaprawioną trochę gliną.-

Czernidło dla form rur: koks - 65%, grafit - 10%, glinka 25%.-

Do nacierania czernidła używamy zwykle pendzli albo szczotek.-

W Anglji używa się do czernienia form sikawki.-

C/ W ę g i e l d r z e w n y.

Do " nakurzania " form nadaje się najlepiej węgiel brzo

lub olchy; najczęściej używany jest węgiel z drzewa bukowego; węgiel z drzew szpilkowych z powodu swej niższej temperatury zapłonienia jest niedobry.- Jeżeli bowiem zapłonienie następuje za szybko to gazy spalania / CO_2, CO, H / nie mogą tworzyć warstwy chroniącej formę od gorąca żeliwa.- Ponieważ pył węgla drzewnego /buk, brzoza, olcha / w handlu często bywa fałszowany, wskazanem jest pobierać dany węgiel drzewny w kawałkach i rozdrabniać go w odlewni.- Małe odlewnie rozdrabniają węgiel drzewny w moździerzach, większe w młynkach kulkowych lub na gniotownikach.-

Węgiel drzewny buka ma ciężar objętościowy 0,483, wilgoci 3,88%, popiołu 1,1%, węgiel drzewny brzozy ma ciężar objętościowy 0,316 zawiera 4,17% wilgoci i daje 0,72 popiołu; węgiel drzewny sosny ma ciężar objętościowy 0,277, zawiera 3,8% wilgoci oraz daje 1,33% popiołu.- Pył kupny wykazujący więcej popiołu niż 1,5% jest z wszelką pewnością przypadkowo albo umyślnie zanieczyszczony węglem brunatnym lub kamiennym.-

D/ G r a f i t .

Grafit jest bardzo odporny na działanie ognia i stosowany jest w odlewnictwie w dużych ilościach.- Ilość zużytego przez odlewnie grafitu stanowi pewną miarę gładkości i dobroci odlewu.- Rozróżniamy grafit naturalny i grafit sztuczny.- Ciężar właściwy grafitu wynosi 2,2.- Surowy grafit / naturalny / przebyć musi kilka operacyj nim jest zdatny do użytku w odlewni /kruszenie, mielenie, szlamowanie kilkakrotne wodą, gotowanie w kwasie solnym i następnie płukanie wodą /.- Polskie odlewnie sprowadzają grafit przeważnie z Czechosłowacji / Altstadt na Morawach /.- Zużycie grafitu wynosi 1 - 1,5% wagi odlewu.- Grafit często fałszowany jest dodatkami koksu, węgla kamiennego, gliny, węgla drzewnego.-

Skład chemiczny grafitu.-

	Lotne części	C	Popió	Skład popiołu				
				SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO MgO	Alkal
Altetadt	1,17	87,58	11,25					
Cumberland	6,10	78,10	15,80	58,5	30,5	7,5	3,5	
Ceylon	5,20	68,30	26,50	50,3	41,5	8,2	0,0	
Ural	0,72	94,03	5,25	64,2	24,7	10	0,8	0,3

Grafit sztuczny jest produktem elektrochemicznych procesów powodujących rozkład karbidów i cjanidów.- Grafit sztuczny jest bardzo czysty, nadzwyczaj ogniotrwały i od niejakiego czasu stosowany w odlewnictwie.-

IV

PUDRY MODELOWE.

Modele z drzewa lakujemy z dwóch powodów: aby drzewo modelu nie wchłaniało podczas formowania wilgoci z piasku, aby powierzchnia modelu była zupełnie gładka i aby nie przylepiał się do niej piasek formierski.- Tymczasem często i do świeżo lakierowanego modelu przylepia się piasek.- Aby temu zapobiec " nakurzamy " powierzchnie modelu t.zw. pudrem, drobnym bardzo pyłem węgla drzewnego, likopodjum i talcum.-

Likopodjum ze wszystkich środków jest najlepsze, ale bardzo drogie.- Dlatego stosujemy likopodjum do bardzo delikatnych odlewów, przy których nie wolno rozluźnić modelu za pomocą uderzeń i powiększać wskutek tego wymiarów formy, albo przy których ściany nie mogą być odpowiednio skośne.- Zwykle używamy więc pyłu węgla drzewnego, albo nawet bardzo drobny pył piasku.-

Puder tylko wtedy spełnia swój cel, jeżeli po wydobyciu modelu pozostaje zupełnie na powierzchni wody chroniąc model przed przyczepianiem się do niego piasku.- W handlu istnieje bardzo dużo pudrów sztucznych, stosunkowo drogich, ale nie zawsze odpowiadających celowi.-

Przy modelach żeliwnych używamy zamiast pudru nafty.-

V.

OBLICZENIE ZUŻYCIA PIASKU FORMIERSKIEGO.-

Założenie: 1/ przeciętna grubość ścianek odlewów 10 mm

2/ przeciętny ciężar piasku ubitego 1,75 kg/dm^3 przy 8 - 9% wilgoci.-

3/ Odlewnia nie posiada centralnej przygotowalni piasku

4/ Żeliwna płyta o powierzchni 1 m^2 wymaga powierzchni skrzyni 1,21 m^2

5/ Produkcja roczna odlewów wynosi 10.000 ton.-

Z = waga jednej płyty grubości 10 mm: $a \cdot b \cdot 7{,}25 \cdot s = 725 \cdot s$

$a = b = 10$ dm $\qquad s = 0{,}1$

$z = 72{,}5$ kg

P = waga piasków w podwójnej kompletnej skrzyni:

$P = 1{,}21 \cdot a \cdot b \cdot 1{,}75 \cdot H - a \cdot b \cdot 1{,}7 \cdot s$

$P = 205{,}7\ H - 170 \cdot s$

$a = b = 10$ dm $\qquad H = 1{,}5$ dm

$P = 308{,}55$ kg $- 17$ kg $= 291{,}55$ kg

Stosunek piasku do wagi odlewu przy jednorazowym użyciu piasku do formowania

$$\frac{P}{Z} = \frac{291{,}55}{72{,}5} = 4$$

Przy produkcji 10.000 ton odlewów obrót piasku wynosi 40.000 ton rocznie przy jednorazowem użyciu.- Licząc, że dziennie tracimy

10% piasku, które należy zastąpić nowym, to ilość nowego piasku wyniesie 40.000 : 10 = 4.000 ton

t j. przy produkcji 10.000 ton 400 kg piasku na 1 tonę odlewu.- Dobrze urządzona mechaniczna przygotowalnia piasku może obniżyć zużycie do połowy.-

Im drobniejsze odlewy, tem większy jest stosunek P do Z, ten więcej pracy na 1 tonę odlewów zużywamy do dzwigania i przenoszenia piasku.- Oszczędzać możemy na pracy stosując mechaniczny transport piasku.- Przy odlewach grubych, których ścianka przeciętnie dochodzi do 40 mm, obrót piasku równy jest obrotowi żeliwa pod względem wagi.- To też w odlewniach, wyrabiających duże odlewy, mechaniczny transport piasku jest niepotrzebny.-