

耐火材料廠配料工

A. Γ. 斯列普新 著

刘景林 梁訓裕 譯

冶金工业出版社

耐火材料廠配料工

A. Γ. 斯列普新 著

劉景林 梁訓裕 譯

冶金工業出版社

本書共分六章，前面三章將幾種主要耐火材料的分類方法、使用範圍、原料性質、生產過程、以及各種設備及熱工機組的構造等作了概括性的介紹。後面三章將配料過程，配料工的勞動組織與工作要求，勞動保護與安全技術等作了較詳盡的敘述，並且附錄中也附有濕碾機的操作與維護規程。因此本書可作為耐火材料工廠中編選工人教材時的參考材料，同時也可供新從事耐火材料專業的工作者及耐火材料使用部門的工作人員，為獲得耐火材料基本知識時閱讀之用。

А. Г. СЛЕПУХИН
ДОЗИРОВЩИК-ШИХТОВЩИК ОГНЕУПОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА
Металлургиздат (Москва—1952)

耐火材料厂配料工

刘景林 梁訓裕 譯

1956年2月第一版 1958年10月北京第三次印刷3,000册 (累計5,551册)

787×1092 • $\frac{1}{25}$ • 83,000字 • 印張 3 $\frac{21}{25}$ • 插頁 2 • 定價 (10) 0.65元

冶金工业出版社印刷厂印

新华書店發行

書號 0387

冶金工业出版社出版 (地址：北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093号

目 錄

原序	4
第一章 耐火原料、原料用途及耐火材料的應用	6
第二章 生產耐火材料的操作程序	9
1. 矽磚的生產	9
2. 粘土製品的生產	14
3. 鎂砂及鎂質製品的生產	24
4. 鎂質製品的生產	27
第三章 耐火材料廠的設備與熱工機組	28
1. 磨碎設備	28
2. 篩分及選料設備	35
3. 泥料潤濕及混合設備	39
4. 製品成型設備	43
5. 配料設備	48
6. 運輸設備	58
7. 乾燥及燒成設備	62
第四章 配料過程	63
1. 矽磚成型料的配合及其組成	70
2. 粘土製品成型料的配合及其組成	70
3. 鎂質製品及鎂質製品成型料的配合	78
第五章 配料工的工作地點及其勞動組織	80
第六章 勞動保護與安全技術	83
附錄	89
參考文獻	91
譯名對照表	92

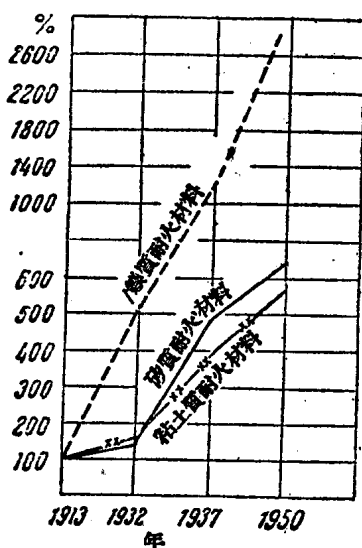
原 序

在具有高溫操作的工業部門中耐火材料得到廣泛的使用，最主要的消耗部門是黑色冶金工業，其消耗量佔耐火材料總生產量的80%。

耐火材料工業與冶金工業的密切聯系，決定了它在國民經濟中的重大意義。

沙皇時代俄國的耐火材料工業技術是落後的，不能保證國家的需要。原料基地開採得不好，並且也缺乏研究。全部耐火材料企業每年生產能力，在工業能力高漲的1912—1913年，還不到60萬噸，而烏拉爾冶金工廠耐火材料車間每年生產量也不超過55000—60000噸，因此30%的耐火材料需要從國外輸入。

在斯大林五年計劃的年代裡，由於黨和政府不斷的關懷，耐火材料工業得到很大的成效。組織了新原料基地的勘探、研究和開採，並



第1圖 耐火材料主要品種產量相對增長情況

且根據新的技術改建與新建了耐火材料廠；如恰索夫——亞爾的奧爾忠尼啓則粘土磚廠(Часов-Ярский шамотный завод имени Орджоникидзе)、塞米魯克粘土磚廠(Семилюкский шамотный завод)、第一烏拉爾矽磚廠、潘捷烈莫諾夫矽磚廠(Пантелеймоновский динасовый завод)及其他工廠等，都是歐洲規模最巨大的，無論在產量及技術裝備方面，都遠遠地超過了資本主義國家的工廠。

蘇聯主要耐火材料生產量相對增長的情況如第1圖所示。

斯達漢諾夫運動的廣泛開

展，保證了設備利用情況的改進、生產過程的加速、成本的降低和質量的提高，這就大大地促進了耐火材料工業的發展。

耐火材料工業進一步的發展，要求有系統的提高耐火材料廠工人的熟練程度。

製造耐火材料製品時，配料操作是有特殊重要意義的，因為好的產品質量要依靠正確的配料才可獲得。所以精確的配料可以提高產品質量與減少廢品數量。

〔耐火材料廠配料工〕一書的出版，其目的是在協助從事這門專業的工人提高知識水平與獲得必需的生產技能。

第一章 耐火原料、原料用途及 耐火材料的應用

生產耐火製品的原料，主要是次生的水成岩，這些岩石廣泛地分佈在自然界中，屬於水成岩的計有砂質的（砂、砂石），矽酸鋁質的（耐火粘土、高嶺土）及鎂質的（鎂石、白雲石）岩石。

水成岩是形成地殼的主要的原生岩石分解後的產物。由於造山作用的影響，原生岩石遭受急遽的溫度變遷，因而產生很多裂縫。飽和有各種火山氣體的水，侵入裂縫，加緊地溶解與侵蝕岩石。破壞的岩石碎塊被水沖至古代海洋的低窪處，沉積並形成了次生的水成岩。在形成的過程中，水成岩常常夾帶一些雜質，特別是鐵的氧化物。溶解於水中的化合物從中沉積出，膠結了次生沉積物的顆粒，使其成為緻密的岩石。

水成岩主要是由砂、鋁、鎂、鈣的氧化物所構成。這些氧化物都具有很高的熔化溫度，這也說明了利用水成岩製造耐火製品的原因。

凡一種材料或製品，能長久經受 1580°C 或更高的溫度，而不遭受破壞及顯著改變其外形者，稱為耐火材料。

按耐火度，耐火材料及製品可分成下列三類：

1. 耐火材料類 凡能耐溫 1580 至 1770°C 者均屬此類；
2. 高級耐火材料類 凡能耐溫 1770°C 至 2000°C 者均屬此類；
3. 超級耐火材料類 凡能耐溫 2000°C 以上者均屬此類。

按所用原料的成分和性能，耐火製品可分為下列幾類：

1. **砂質製品** 以富有二氧化矽的礦石（石英、砂石）所製成，砂磚即屬於此類。砂磚用於砌平爐及電爐的爐頂，砌築焦爐等，其耐火度是 1690 至 1730°C 。

2. **矽酸鋁質製品** 以耐火粘土、高嶺土及其混合物，加有天然或人造高鋁氧材料的耐火粘土等原料製成的製品均屬此類。

廣泛使用的粘土磚即屬於此類。本類製品按耐火度可分成：

特級——耐火度高於 1750°C ；

甲級 ——耐火度高於 1730°C；

乙級 ——耐火度高於 1670°C；

丙級 ——耐火度高於 1580°C。

高鋁磚及半矽磚也都是屬於此類的。根據氧化鋁的含量，高鋁磚可以分為三級：氧化鋁含量為 45—60%；60—70%及大於 75%。半矽磚按其性質而言，是介於矽磚與粘土磚之間，它主要是以天然含砂的粘土製成。

3. 鎂質製品 是以鎂石及白雲石所製成，凡鎂質、白雲石質及其他幾種製品（如鎂橄欖石質及尖晶石質）與冶金鎂砂等均屬於此類，其耐火度為 1780 至 2400°C。

4. 鉻質製品 用鎂石或氧化鋁加入鉻礦中製成。此類製品可以鉻鎂磚為代表，其耐火度為 1800—2000°C 及 2000°C 以上。

耐火材料及製品的使用範圍：

1) 用於砌築高溫操作的窯爐及其他構築物（高爐、煉鋼爐、加熱爐、電爐及熱風爐等）；

2) 用於砌築高溫操作的燃燒室及各種設備，例如鋼水罐、化鐵爐等的裡襯；

3) 用以製造熔煉金屬的容器，例如坩堝、蒸餾器等；

4) 用以燒結煉鋼爐爐底（作為補爐材料）；

5) 用以絕熱（作為隔熱材料）；

6) 用以生產砌耐火磚的粉料（如火泥）。

各種生產窯爐，要求多種性質、外形、大小及重量各不相同的耐火製品。

根據外形及尺寸的不同，可分為標準型磚、異型磚（簡單異型、複雜異型及特異型）、大塊磚及特殊製品等。

耐火製品的質量在相當大的程度上，決定冶金窯爐及其他構築物的使用壽命。

由於提高了高爐磚的質量，以及掌握了操作方法，庫茲涅茨克斯大林冶金工廠（Кузнецкий металлургический завод имени И.В. Сталина）中高爐的壽命延長了二倍；因為同樣的原因，150 噸及

100 噸煉鋼爐矽磚爐頂的壽命，在 1949 年（與 1948 年相比）從 93—211 爐提高到 99—236 爐。

在上伊謝特廠（Верх-Исетский завод）中應用質量優良的矽磚於 10 噸電爐的爐頂，曾延長爐頂的壽命 0.53 倍，並減少了 46% 的停爐時間。

延長窯爐操作壽命，各廠給國家額外增產了數十萬噸鋼鐵，並降低了成本。由於減少修理次數，節省了很多資金。

造成鋼錠廢品原因之一，是鑄鋼磚的強度不夠，以及其對鋼水沖蝕的抵抗性能太弱，致使部分耐火材料脫落於鋼錠中。

根據冶金窯爐及各種熱工設備不同的操作條件，對耐火製品提出以下基本的要求。耐火材料應當符合下列條件：

首先，應具有高的耐火度，其軟化溫度應高於爐中的最高溫度。

其次，無論是在常溫或高溫均應具有高的機械強度，應當能夠支承磚砌體與橫架於其上結構的重量，以及能抵抗住加工物料的衝擊與壓力。

第三，當受熱時，耐火材料的體積，不應當有顯著的變化，即應當具有穩定的體積。

第四，耐火材料應當具有溫度急變抵抗性，即溫度劇烈變動而不致遭受破壞的性能。

第五，耐火材料應當具有抗渣性，即能夠抵抗爐渣及灰分的化學侵蝕的能力。

最後，耐火材料應具有精確的尺寸與正確的外形。除此以外，在一些情況下應具有幾種一定的物理性能指標，如氣孔率及其他性能等。

習 題

1. 次生成岩礦石是怎樣形成的？
2. 什麼樣的氧化物，混入作為耐火材料主要原料的次生成岩中？
3. 什麼樣的材料與製品稱為耐火材料？
4. 耐火原料與製品是怎樣按耐火度分類的？
5. 耐火材料是怎樣根據所採用的原料成分與性質進行分類的？
6. 使用耐火材料的目的是什麼？
7. 對耐火材料及製品有那些要求？

第二章 生產耐火材料的操作程序

從原料進廠一直到成品出廠為止，全部工序的總合構成了生產操作程序。

生產操作程序是根據原料的性質來製訂的，其目的是在於利用已有的設備及構築物（乾燥設備及窯爐）來生產成本最低廉的優質產品。

操作程序是工廠內部的生產法律。它是根據對生產情況的詳細研究，參照其他較好的企業的作業，以及科學研究工作的成果來製訂的。但是必需指出，生產操作程序不是經常一成不變的，可以根據積累的經驗，斯達漢諾夫工作者的成就，以及研究工作的結果來進行修改。

任意改變及違反操作程序中所規定的生產條件，會使正常的操作混亂，其後果是提高產品成本與降低產品質量。

儘管耐火原料與成品的性質各不相同，而各種製品的生產操作程序，仍然有許多共同之處：如將原料及半成品粉碎至必需的粒度，料之混合及潤濕，磚坯的成型，以及磚坯的熱加工——即乾燥與燒成。

1. 砂磚的生產

生產砂磚的主要原料是矽石。按其生成條件可分為：由溶液中沉澱出的二氧化矽膠結砂粒而成的膠結矽石；與完全由溶液中沉澱出的二氧化矽結晶而生成的結晶矽石。

用以生產砂磚的矽石含有：二氧化矽 94—98%，氧化鋁 0.23—1.6%，氧化鐵 0.2—2.2%，氧化鈣 0.14—2.8%，及少於 0.16% 的氧化鎂。

矽石的組成部分——二氧化矽——具有八種形態，其中主要的計有三種：即石英、磷石英及克石英。二氧化矽各種形態的晶體外形、真比重、硬度及熔化溫度各不相同，如石英的真比重為 2.65，磷石

英爲 2.28，克石英爲 2.32。

上述的形態當達到一定的溫度時，可以由一種形態轉化爲另外的一種。隨着這種轉化而來的是真比重的變化與體積的增大。

當溫度達到 573°C 時，二氧化矽的轉化進行甚快，並且是可逆的，即溫度降低後又可呈現原來的形態，而在更高溫度時，則有慢的非可逆轉化發生，即轉化後的二氧化矽形態，當溫度再降低時，仍然是保留不變的。

鱗石英是最穩定而又耐火的一種礦物。使製品中形成鱗石英，是生產的主要任務之一。由鱗石英含量的多寡，可以判定矽磚的主要性質，特別是荷重軟化溫度。二氧化矽轉化的速度不僅與溫度及加熱的時間有關，而且亦受矽石的自然性質，其中夾雜物的含量及矽石顆粒大小等因素的影響。通常結晶矽石轉化慢而膠結矽石則快。磚料中加入礦化劑，如石灰、磨碎的爐渣及軋鋼皮等，均可大爲加速二氧化矽轉化的過程。

由石英轉化成鱗石英時真比重的變化，可以判斷燒成後製品的質量。

矽磚生產程序中，包括下列部分：1) 原料及加入劑的製備，包括破碎、粉碎、按粒度分類及混合等；2) 製品的成型；3) 乾燥及4) 製品的燒成。

原料的製備 投入生產的矽石，在顎式破碎機中破碎至塊度爲 5—6 公分。如矽石不乾淨時，可在破碎以前於圓筒洗石機中洗滌，但有時候亦可在破碎後進行。

破碎後的矽石送至乾礪機或滾式破碎機進行中碎，利用篩網按粒度將其分成數級。通常安設筒磨機作生產矽石細粉之用。

獲得的各級矽石粉料，根據一定的配料比例，按操作程序的規定，用以製備成型料。製品成型料配合的程序，稱爲配料。供體積配料的設備計有：定量漏嘴、圓盤式及格子式喂料機。

矽石粉本身不具有可塑性與成型性能，因此往泥料內加入礦化劑（石灰、爐渣——少於 2.5%）與結合劑（亞硫酸廢紙漿少於 0.7%）。

上述物質可給予矽石料少許可塑性及成型性能。料的潤濕以及同加入劑的混合，均在間斷操作的濕碾機中進行，混練時間視料的用途不同，可規定為 3 至 30 分鐘。

混練矽磚料時，每次的加料數量為 300 至 1000 公斤。結合劑與礦化劑可以水溶液或乾粉狀態加入其中。

加入劑的製備 投入生產的礦化劑——石灰、爐渣、軋鋼皮——應預先粉碎。石灰是以一定成分的石灰乳狀態加入料中。製備石灰乳時，石灰是在專用的石灰消化筒中進行消化。石灰乳必需通過篩網，將其中所夾帶的各種雜質濾出，然後送至攪拌器，再用泵將石灰乳從攪拌器送至濕碾機中。其他加入劑，如軋鋼皮，也應預先在球磨機中細碎，然後以定量加入石灰乳中，或者直接加入濕碾機內。結合劑，如亞硫酸廢紙漿，是配成一定濃度的水溶液後加入混合機中。

製品的成型 因為矽磚各種品種不同，因此要求採用機械成型與手工成型兩種方式。矽磚的機械成型是在轉盤壓磚機及摩擦壓磚機上進行，其壓力為 150 公斤/公分²。

製品的乾燥 成型後的製品需進行乾燥。採用連續操作的隧道乾燥設備及間斷操作的室式乾燥設備，以滿足乾燥的要求，乾燥制度與乾燥所需時間，是根據製品的形狀及重量來規定的。最適宜的乾燥溫度為 90—175℃。乾燥後的製品進行焙燒。

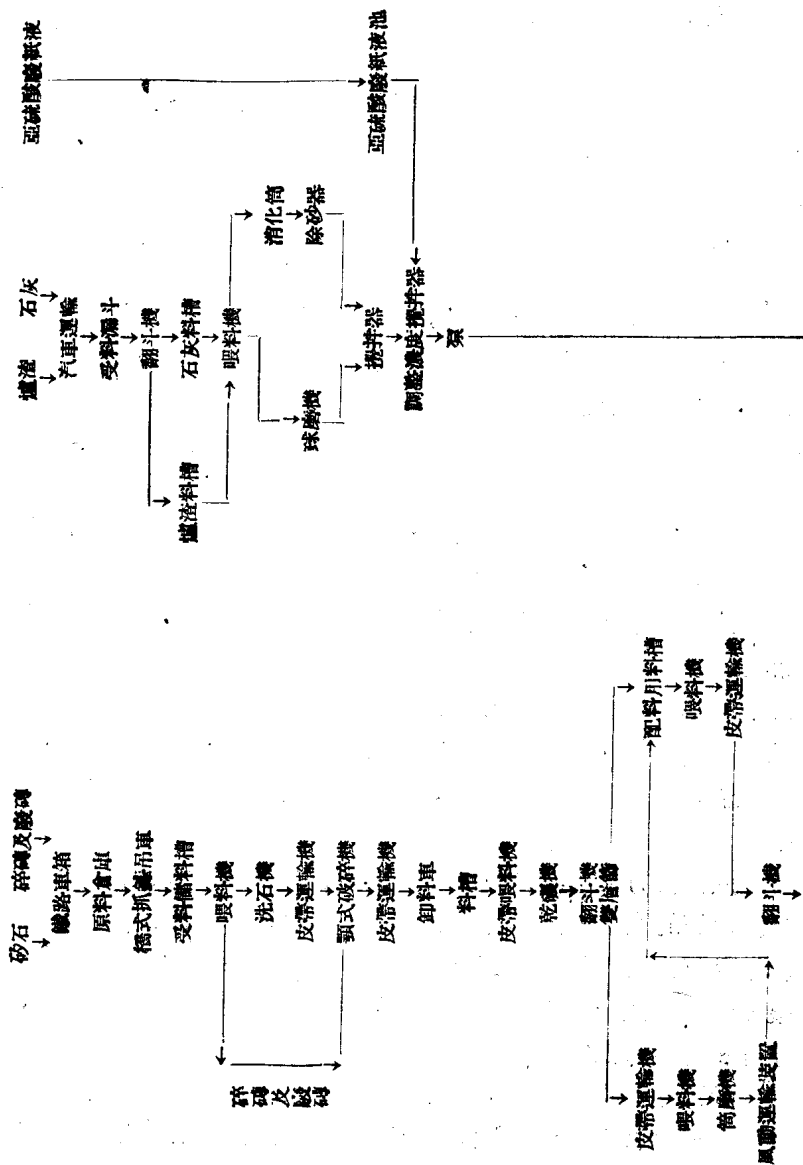
製品的燒成 矽磚的燒成是整個生產操作程序中最重要的一個工序。

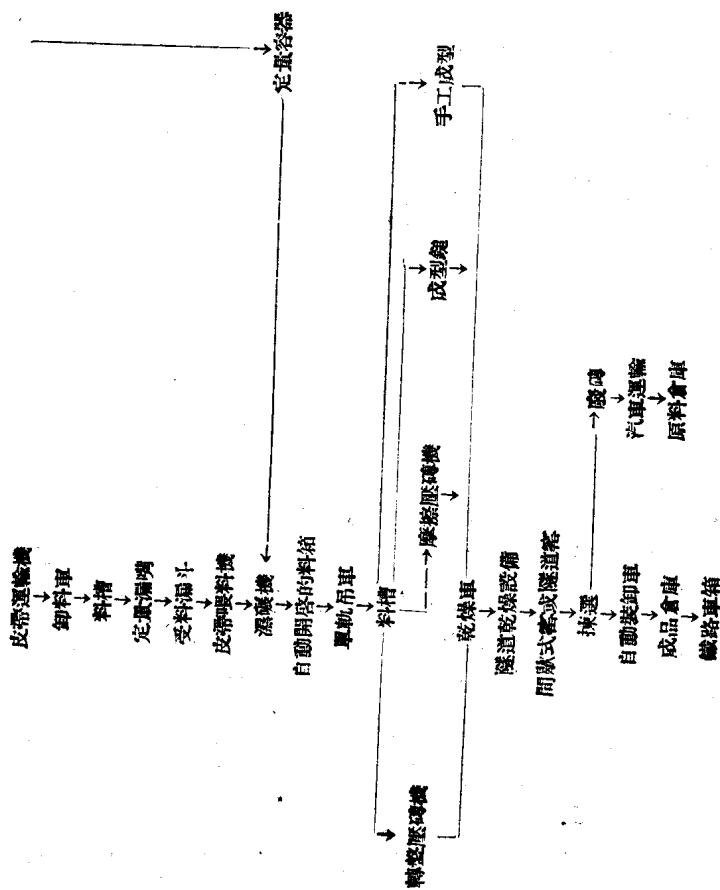
成型後的製品，在燒成工序中，獲得了能够鑑定其質量的一定性能。矽磚的燒成是在連續操作的蜂窩式煤氣窯、隧道窯及間歇式操作窯中進行，其燒成溫度達到 1450℃，整個燒成過程為 13 至 17 晝夜。燒成制度、溫度上升速度、冷卻時間等的決定與窯的結構有關，同時也需根據矽石性質及燒成製品的種類來考慮。

矽磚生產程序如第 2 圖所示。

矽磚的特徵是：1) 耐火度高；2) 荷重軟化（變形）溫度高；3) 在 600℃ 以上時，其溫度急變抵抗性強；4) 對酸性爐渣的抗渣性強。

砂 磚 生 產 程 序 圖





第2圖 砂磚生產程序圖

習 題

1. 那些原料可用來生產磚？原料的性質怎樣？
2. 二氧化矽主要性質是什麼？在製品生產過程中其影響如何？
3. 磚生產程序是由那些工序組成的？
4. 試列出原料製備及配料等操作程序圖。

2. 粘土製品的生產

生產本類製品所採用的原料計有耐火粘土、高嶺土、含氧化鋁高的礦物（水鋁石、藍晶石等），以及工業用氧化鋁。

高嶺石礦物是耐火粘土與高嶺土的主要成分，其成分是三氧化二鋁 39.49%，二氧化矽 46.6% 及水 13.91%。高嶺石中三氧化二鋁與二氧化矽及水是成化合狀態的。

礦石在分解過程中，除高嶺石以外，尚生成富有氧化鋁的其他礦物，如水鋁石、藍晶石、硅鋁石等。

高嶺石礦床分為原生的與次生的兩類。原生礦床是以高嶺土為主，分佈於原生成處。由於這些沉積物在自然界中搬移的結果，生成了次生高嶺土及主要是耐火粘土的礦床。耐火粘土與高嶺土不同之處，在於前者含有雜質，此種雜質能降低其耐火度，同時顏色與化學成分也不相同。

耐火粘土的特徵是化學成分極不穩定，甚至在同一產地也是如此。例如在著名的柳貝金區（Любытинский район）的粘土礦內，二氧化矽的含量波動於 41.8% 至 55% 之間；氧化鋁含量為 29.1% 至 39.3%；氧化鐵為 0.9 至 3.7%；氧化鈣為 0.17 至 1.28%。而拉特寧礦區的（Латнинское месторождение）粘土中二氧化矽含量波動於 47 至 61% 之間，氧化鋁為 25 至 36%；氧化鐵為 0.8 至 3.9%。用以生產粘土製品的最純粘土，其最高耐火度為 1750—1770°C，最低為 1580°C。

耐火粘土及高嶺土具有下列特殊性質，用以決定生產過程的特點；可塑性，結合性能，收縮率及燒結性。

可塑性 粘土在潤濕膏體狀態時，因受外力而變形，當外力消除

後，粘土仍能保持原有形狀且不發生裂紋及破裂現象，此種性質稱為可塑性。

可塑性這一概念包含着一系列的性質：將粘土潤濕在水中並分解成極小微粒的性質；粘土的微粒當調以適當的水分後，能彼此結合的性質；潤濕的粘土微粒彼此相對滑動而不分離的性質；濕粘土乾燥時能夠硬化與體積收縮的性質。

已經證實粘土的可塑性主要是根據其顆粒的大小，礦物的種類與形狀以及其成分來決定，第 1 表中列舉某些耐火粘土的機械組成情況。

從表中可以明顯地看出，小於 1 微米的粘土顆粒數量波動範圍甚廣。因此粘土的物理性質也各不相同，洽索夫-亞爾 [40] 號粘土具有最多小於 1 微米的顆粒，這種粘土的可塑性最大，其次是 [42] 號粘土，而 [42 ПК] 號半酸性粘土的可塑性則最差。

消除粘土中的氣泡，可以提高其可塑性，如在粘土中增加某些有機酸——如腐植土等，也可以得到同樣效果。

可塑性直接的效果，表現在粘土結合性能方面，即粘土在含水狀態下能結合非可塑物料（如砂、熟料等）的單獨顆粒成為一組織相當均勻的整體，以供成型壓磚之用。隨着粘土可塑性的增加，能夠提高其結合性能。

結合性是粘土極重要的性質，因為有這種性質才能用增加瘠化（非可塑性的）物料——砂、粉碎的熟料及其他材料——的方法來減少可塑粘土在乾燥和燒成時的收縮率，使其達到理想範圍。

粘土的顆粒度愈小，則顆粒外表的總面積愈大，因此需要更多的水分，將其潤濕並製備成標準的成型泥料。

當粘土潤濕時其微粒體積膨脹，充填於顆粒間的水分將顆粒包圍，並使之彼此隔離，水分將粘土空隙間的空氣逐出，或將空氣包圍使存留於粘土中。

再增加水分時，粘土被沖稀而成漿糊狀的泥料，稱為泥漿。

粘土乾燥時發生與膨脹相反的過程：當水分排除時，粘土微粒彼此靠近，因而形成泥料體積的收縮。

第1表

粘土的機械組成 (%)

粘土名稱	顆粒度 (微米)				
	大於 50	50—10	10—5	5—1	小於 1
拉特寧粘土.....	0.72—9.75	1.52—14.16	12.24—24.79	9.04—18.92	42.04—70.57
洽索夫-亞爾粘土:					
ЧО.....	0.03—0.24	0.02—0.36	5.38—13.14	6.65—20.88	71.25—90.99
Ч 2.....	0.08—1.45	0.05—2.86	8.25—29.25	4.74—23.28	52.95—70.95
ЧІІК.....	0.24—2.15	0.96—7.59	24.81—37.74	12.18—36.42	37.23—47.50
ЧІІК.....	9.3—35.46	12.46—41.89	20.51—28.45	3.22—9.17	12.06—30.51