

建筑用卫生陶瓷的生产

Я. И. 謝尔曼 著
盛厚兴 黄先修 合译
史蔭庭 校

建筑材料工業出版社

目 录

序.....	(3)
建筑用衛生制品的分类、性能与品种.....	(5)
生产建筑用衛生制品的原料及其性質.....	(9)
建筑用衛生制品的生产流程.....	(29)
澆注用坯料的組成, 性質与制备.....	(34)
注漿.....	(59)
干燥.....	(88)
釉和施釉.....	(103)
燒成.....	(134)
熟料精陶.....	(173)
匣鉢.....	(183)
石膏模.....	(194)
建筑用衛生制品的裝配、保管、包裝及輸送.....	(200)

附 录

1. 大便器和水箱的試驗.....	(202)
2. 最常用的陶瓷原料的分子量及容重.....	(204)
3. 制品, 匣鉢和石膏模的重量.....	(205)
4. 制造一吨建筑用精陶制产品的主要原料、輔助原料 燃料和电力的实际消耗系数.....	(206)
5. 裝配制品和配件全套組成一覽表.....	(207)
6. 一个包裝箱里所包裝的制品件数与包裝用材料的消耗量.....	(208)
7. 每車廂制品裝載量.....	(208)

Я. И. ШЕРМАН:

ПРОИЗВОДСТВО САНИТАРНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ
КЕРАМИКИ

ПРОМСТРОЙИЗДАТ (МОСКВА-1951)

建筑用衛生陶瓷的生产

盛厚兴 黃先修 合譯

史蔭庭 校

1958年1月第一版

1958年1月北京第一次印刷 845 册

850 × 1168 · 1/32 · 字 174,000 · 印張 6 1/2 · 插頁 4 · 定价(10) 1.30 元

北京市印刷一厂印

新华書店發行

書号0093

建筑材料工業出版社出版(地址: 北京復興門外南禮士路)

北京市書刊出版業營業許可証出字第001号

序

正在我国进行着的大规模的工业建设、住宅建设以及文化福利建设，需要大量的各种陶瓷建筑材料，其中也包括建筑用卫生陶瓷制品。

革命前的俄国，建筑用卫生陶瓷制品的产量是很少的，对这些制品的需求都是靠进口来补足。

现在，建筑用卫生陶瓷的生产已比1913年增长了9倍多。在战后第二个五年计划期间，这些制品的产量正在迅速地增长着。

1924年以前，制造建筑用卫生陶瓷制品的方法是把制品的各个部分在石膏模内塑造，然后再拼贴起来。

1924年，斯拉乌特精陶工厂在作者参加下曾采用了一种生产力较大的新式的工艺制造法——浇注大型的卫生制品，并采用不经压滤的泥浆。这种方法把劳动生产率提高了5—7倍多，并给该工业部门的机械化创造了先决条件。

近15—20年来，建筑用卫生陶瓷工业的面貌已经改变了。建立了规模宏大的、用技术装备起来的工厂已代替了小规模的手工业的工厂。从根本上改变了生产的工艺过程。各种制品完全用注浆法成型，并建筑了隧道干燥室。各种制品的一次烧成法已经可靠地用到工厂的生产实践中去，铅釉终于被对人无害的而且质量特别优良的硼釉、钼釉及锆釉所代替。苏联科学家们在与生产人员合作下，曾在强化建筑用卫生制品的注浆、干燥以及烧成方面获得了巨大的成就；他们在这方面还在继续地研究着。苏联最著名的科学家们和科学研究所的研究工作，都促进了这个陶瓷部门的发展。科学研究所的工作是广泛地研究并利用新的陶瓷原料产地，拟订并改进工艺过程。

П. А. 捷米特钦斯基 (П. А. Земятченский) 教授对粘土、В. С. 雷新 (В. С. Лысин) 院士对高岭土、Д. С. 别良金 (Д. С. Белянкин) 对陶瓷原料、П. П. 布德尼柯夫 (П. П. Будников) 院士对陶瓷工艺学以及 Е. И. 奥尔洛夫 (Е. И. Орлов) 院士对釉等

各方面的卓越的研究，都給細陶瓷工業奠定了理論基礎。

К. К. 蓋德羅依茨 (К. К. Гедройц) 院士、А. В. 杜曼斯基 (А. В. Думанский) 教授、И. Н. 安季波夫-卡拉塔耶夫 (И. Н. Антипов-каратаев) 院士以及其他最有名的蘇聯科學家們對土壤及粘土中發生的交換反應的研究，奠定了電解質對於粘土、高嶺土以及陶瓷坯料所起作用的新觀點的基礎。

關於陶瓷制品注漿的原理和實踐的問題已經成為反復研究的對象了。

要特別指出的是，關於粘土、高嶺土以及陶瓷坯料的澆注性能方面所進行的研究工作。進行這項研究工作的有國立陶瓷研究院 (И. Я. 尤爾察克 [И. Я. Юорчак], Т. Е. 克拉辛斯卡婭 [Т. Е. Красенская], В. В. 格拉斯松 [В. В. Глассон], А. С. 別爾克曼 [А. С. Беркман] 等)，建築陶瓷科學研究院 (З. А. 諾索夫 [З. А. Носов], Т. Х. 費多羅夫 [Т. Х. Федоров]) 以及 Л. В. 留琴穆 (Л. В. Лүтиным) А. А. 李聶夫斯基 (А. А. Линевский)、Р. Б. 安蓋尼茨卡婭 (Р. Б. Ангеицкая) 等人。

1938年召開的全蘇矽酸鹽工業科學技術工程學會的特別會議曾討論了細陶瓷制品的澆注問題。在這次會議的論文集——“瓷器-精陶與匣鉢的澆注”一文中，С. Г. 屠馬諾夫 (С. Г. Туманов) 教授、И. Д. 芬傑里施井 (И. Д. Финкельштейн)、И. Н. 安季波夫-卡拉塔耶夫 (И. Н. Антипов-Каратаев)、А. И. 阿夫古斯季尼科 (А. И. Августиника) 以及 В. А. 切爾諾夫 (В. А. Чернов) 等人的論文中闡明了澆注陶瓷制品的理論性的和實踐上的原理。

這些人的研究工作鞏固了蘇維埃科學在這一部門的優先地位，同時也解決了許多技術問題，這些問題都和陶瓷制品，特別是建築用衛生制品的澆注有關。

在新建工廠和現有工廠改建時，採用了澆注用的傳送帶，真空澆注法，最新式的干燥法、隧道窯、干燥及燒成過程的自動調節等等，由於採用了這些設備和方法，所以使建築用衛生陶瓷制品企業的技术水平又提高了一步。

建筑用衛生陶瓷制品的分类、性能 与品种

建筑用衛生陶瓷制品可以分为下列三組：多孔坯体制品，燒結坯体制品和半燒結坯体制品。

硬質精陶制品和熟料質精陶制品屬於第一組。

燒結坯体的制品，即所謂衛生瓷器，屬於第二組。

半瓷器制品屬於第三組。

各种精陶、半瓷器和瓷器制品是由同一种原料而用不同的配

表 1

原 料	硬質精陶器組成 (%)	半瓷器組成 (%)	瓷器組成 (%)
粘土質物質	50—55	48—50	45—50
石 英	40—50	40—45	30—35
長 石	5—10	7—12	18—22.5

表 2

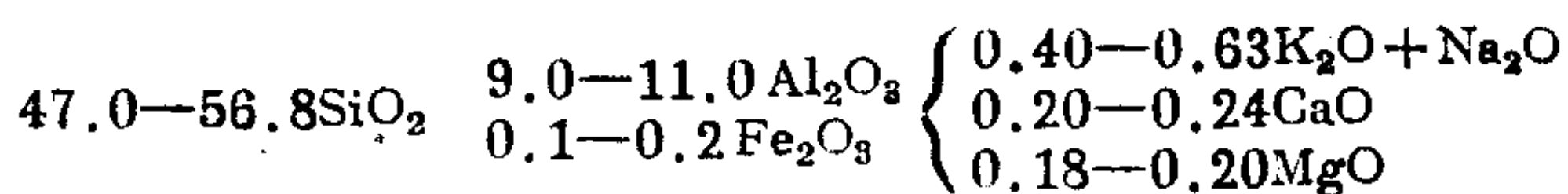
指 标	衛生陶器 (硬質精陶)	衛生半瓷器	衛生瓷器	熟料質精陶
吸水率%	10—12	3—5	0.2—0.5	10—16
容重, 克/立方公分	1.92—1.96	2.00—2.20	2.25—2.30	1.80—1.90
耐压强度, 公斤/平方公分	~1000	1500—2000	5000	150—300
抗折强度, 公斤/平方公分	150—300	380—450	700—800	70—100
受冲击时的抗折强度 公斤/公分/平方公分	1.5—1.8	1.5—2.0	2.0—2.3	—
彈性系数, 公斤/平方公分	~2420	3000—4000	6000—7000	—
平均膨脹系数 (在 20—760°間)	47—58·10 ⁻⁷	—	38·10 ⁻⁷	5·10 ⁻⁷

合比例制成的（表1）。

各种組成的建筑用衛生陶瓷制品的技术性能列于表2。

精陶制品具有多孔的白色坯体，坯体上塗着不透明的釉或者大半透明的釉，未上釉的坯体是透水的。

硬質精陶 目前苏联出产的建筑用衛生制品，多半是由硬質精陶做的，它的分子式是：



苏联各企業在生产建筑用衛生硬質精陶制品时所用的坯料，其組成如下：

含 量(%)	
高嶺土(精选过的格魯霍夫或普罗夏諾夫高嶺土)	26—30
粘土(特級或一級卡索夫亞尔粘土).....	23—30
石英砂(柳別列茨砂).....	26—28
精陶碎片(廢品).....	10—16

为了获得硬質精陶，要在它的組成中加进長石。在用卡索夫亞尔粘土时，則有大量的熔剂随粘土一起加进来。

半瓷器 目前有許多工厂（洛布年、特比里斯等工厂）在生产半瓷器制品。这种制品的衛生性能和机械性能高。

生产半瓷器制品用的坯料，其組成的变动范围如下：

含 量(%)	
格魯霍夫高嶺土(精选过的).....	25—30
卡索夫亞尔粘土(特級或一級).....	25—30
石英砂.....	25—30
長石.....	8—12
廢品.....	5—10

瓷器 建筑用衛生瓷器的特点，是衛生性能和机械性能高，并且其坯体几乎完全是燒結的。

建筑用衛生瓷器用的坯料，它的合理組成范围如下：

含 量(%)	
粘土質物質.....	45—50

石英.....	30—35
長石.....	18—22.5

熟料質精陶 大型建筑用衛生制品（浴盆、小便器、洗滌器等）是由熟料質精陶做的，它們的特点是熟料含量高（30—45%），在干燥和燒成时收縮比較小（5—6%），而且变形不显著。粗糙的生坯表面先塗化粧土，而后再上釉。

生产建筑用衛生制品的熟料質坯料，其組成如下：

含 量(%)

可塑粘土.....	35—45
高嶺土.....	20—25
熟料.....	30—45

在战后的年代里，建筑用衛生陶瓷工業有了巨大的發展，制品的种类也有了革新。苏联企業出产的建筑用衛生陶瓷制品比外国的好的地方是：構造簡單，且能更好地滿足現代高度的衛生要求。

建筑用衛生陶瓷制品有以下各种产品：大便器，洗面器，水箱，衛生器具，裝配零件及其他产品等等。

大 便 器

目前制造的大便器，可分成以下四大类：

1. 盤式大便器；
2. 洗滌式漏斗形大便器；
3. 虹吸式漏斗形大便器；
4. 特殊用途的大便器（如鉄路上用的大便器等）。

不管大便器的構造如何，都要符合以下的要求：

1. 流水的水道，要有正确的合乎水动力学的形狀，也就是說，在水道內不应有尖細的边緣，橫截面与水流不应有突然而又急剧的改变；

2. 洗滌水分配器的型式和結構，水封的容量和橫截面要能保證冲洗干净；

3. 为了不使分配器中洗滌水的动能减小，排水管道和洗滌水分配器的横截面要与洗滌水管的横截面相协调；

4. 洗滌水每秒鐘不应少于 1.5 公升。

水 箱

各种水箱只是有效容量不同（容量从 8 到 15 公升），在構造上并没有重大的区别。

洗 面 器

1) 在 ГОСТ 752—47 上洗面器有两种规格（ $600 \times 450 \times 270$ 毫米及 $500 \times 400 \times 235$ 毫米）。

2) 有鑲板的洗面器。基洛夫工厂的型式。

3) 洛布年工厂型式的洗面器。此种洗面器系安装在支柱上或挂在两根 U 形支架上，因此在它的靠背上设有专门的溝。

4) 有靠背板的洗面器。这种洗面器的特点是有背板，有做开关用的精陶的嘴子以及有精陶的溢出器。

5) 除了这些基本型式的洗面器以外，工业上还制造凹边的和圆边的洗面器以及有特殊用途的洗面器（用于理发店的、医院的以及火车车厢的等等）。

裝 配 零 件

肥皂盒、牙刷板、牙杯托、衣掛、鈎子、架板、紙夾等均属于装配零件。这些零件的大小和釉面砧的尺寸相当（ 150×150 毫米）或相当于它的一半（ 150×75 毫米）。

医疗卫生机关、托兒所和特殊的卫生场所用的器具都可列入建筑用卫生制品的品种内。

制造出的建筑用卫生器具均以最新的和最完善的附件* 成套地装配起来，发送给用户之前要在专门的台子上檢驗。

* 建筑用卫生器具用的配件苏联建筑材料工业部全苏卫生技术设备科学研究所设计的。

生产建筑用衛生陶瓷制品的原料 及其性質

粘土和高嶺土

粘土和高嶺土是制造精陶和瓷器制品的可塑性原料。

粘土和高嶺土是多分散性的系統，也就是說，粘土和高嶺土是由大小不同的粒子組成的。粘土粒子的大小介于1—8微米之間；換句話說，就是在顯微鏡可見度的範圍內。粘土粒子也有一部分小于0.1微米的，只有用超倍顯微鏡才看得出。所以大量的粘土粒子是在膠體範圍內的。

粘土与水混合时显现出許多膠體系統所具有的性質：粒子帶電，不通过一般的過濾器，緩慢地沉降，分散度增大时就有膠凝傾向。

粘土与水可形成悬浮液。在这个系統內粘土粒子被水膜包住。把粘土悬浮液中的水分逐漸排除之后，它的粘度便提高并生成可塑性的泥料。

粘土、高嶺土以及陶瓷坯料經多次研究以后，証實了粒子的大小是影响粘土或含粘土的坯料的性質的一个最重要的因素，从而也是影响其制品的工艺的最重要的因素。

捷米特欽斯基*和其他研究者在研究分散度对高嶺土和粘土的性質的影响时，曾确定了：

- 1)可塑性-与粒子的总表面积成正比；
- 2)干燥收縮随粒子減小而增大；
- 3)干燥状态下的强度随粒子減小而增大；
- 4)假如100克重高嶺土的表面积大于 180×10^4 平方厘米时，就算作可塑性高嶺土。

由表3可以看出粘土的粒子大小和它的物理性質之間的关系。

* П.А.捷米特欽斯基，“苏联的粘土”，苏联科学院出版社，1935

表 3

平均直径 (微米)	100 克筛分的 表面积 (平方厘米)	干燥收缩 (%)	干燥状态下的强度 (公斤/平方厘米)	相对可塑性
1.10	$794 \cdot 10^4$	0.6	14.0	4.4
0.45	$2710 \cdot 10^4$	10.0	32.0	7.6
0.14	$7100 \cdot 10^4$	30.5	74.0	10.2

下列数据说明卡索夫亚尔粘土细颗粒含量对干燥收缩的影响。

<0.005毫米粘土粒子的含量
(%)

干燥收缩
(%)

15.2—20.4

2.6

39.6—58.8

5.6—6.3

66.6—73.8

7.2—7.6

90.0—92.3

6.4—10.7

作者获得的细陶瓷所用的原料，它的分散度列于表4。

表 4

名 称	粒 子 含 量 (%)					100 克重的 总 表 面 积 (平方厘米)
	大于 0.01 毫米	0.01 至 0.005 毫米	0.005 至 0.001 毫米	0.001 至 0.0005 毫米	小于 0.0005 毫米	
化学精选的格鲁霍夫高岭土	7.76	28.91	16.58	22.42	23.33	$551 \cdot 10^4$
风选的格鲁霍夫高岭土	11.0	41.12	36.68	7.12	4.08	$270 \cdot 10^4$
化学精选的普罗夏诺夫高岭土	14.84	36.73	13.78	19.36	15.27	$431 \cdot 10^4$
化学精选的屠尔波夫高岭土	9.74	40.43	15.01	23.20	12.59	$398 \cdot 10^4$
水选的节尔曼高岭土	14.02	42.15	16.39	18.40	9.04	$337 \cdot 10^4$
卡索夫亚尔粘土	1.80	6.05	10.68	36.34	45.15	$889 \cdot 10^4$

从上表內能明显地看出，可塑性的卡索夫亞尔粘土是分散度最大的原料，而風选的格魯霍夫高嶺土是分散度最小的原料。

在粘土和高嶺土所有性質中稀釋性是生产建筑用衛生瓷器和精陶时具有特別重要意义的一种性質。

粘土的稀釋

稀釋性是指粘土、高嶺土及含粘土的坯料加入电解質时得到粘性流动悬浮液的性質而言，所得悬浮液的水分比不加电解質的悬浮液所含的水分低。注漿法就是利用这种性質为基础的。例如：澆注建筑用精陶用的泥漿，未加入电解質时，水分达到50%左右才有所需要的流动性，加入电解質（碳酸鈉，水玻璃）后只要30--34%的水分就能获得所需要的流动性了。

电解質对粘土和含粘土的坯料的作用是近20—30年間若干研究工作者所研究的对象。

为苏联科学家們發展起来的土壤交換吸附能力的理論移用到粘土和含粘土的坯料上来之后就奠定了稀釋現象最完善的理論根据。

在膠体化学与土壤学方面近代的研究，已确定了在粘土和土壤中發生的交換反应的重要意义。

A. B. 杜曼斯基*、И. Н. 安季波夫-卡拉塔耶夫**、B. C. 沙罗夫***、B. A. 切尔諾夫等人的著作确定了粘土的性質也像土壤一样能从鹽类溶液中吸附这些鹽类的陽离子并析出相应数量的已吸附着的陽离子。

正如 K. K. 盖德罗依茨院士等人的研究所指出的那样：被粘土吸附着的陽离子能够互相交換。吸附的总容量决定于粘土或土壤的矿物組成和其他特性。

高嶺土質粘土的交換反应，主要是在固相的表面进行。至于

* A. B. 杜曼斯基著“膠体的水滲性和結合水”苏联科学院通报 1937 年第 5 期。

** И. Н. 安季波夫-卡拉塔耶夫著“土壤中陽离子交換的規律”。

*** B. C. 沙罗夫著“粘土粒子的表面溶解度”。

其它的粘土，例如含蒙脫石的粘土，已用X光檢驗确定出：陽离子的交換和置換也在晶格内部进行。

吸附容量随粘土的性質与組成以及混入其中的化合物（腐植質等）而变。吸附容量是以离子的毫克/当量数来表示，这些离子是被100克干粘土吸附着的。

在粘土和高嶺土的組成中，能够存在着鹽基交換能力不同的矿物。

粘土和高嶺土的交換能力是各不相同的：

膨潤土	60 到 100 毫克/当量(以 100 克干料計)
可塑粘土	15 到 30 毫克/当量(以 100 克干料計)
高嶺石	3 到 15 毫克/当量(以 100 克干料計)

粘土粒子在水中分散并帶負电荷，它們能在水中离解而参加交換反应。交換反应主要是在晶格破坏的地方。

粘土和含粘土的坯料在稀釋时發生的現象，是由粘土的性質以及加入的电解質的相互作用决定的。

离子化了的粘土粒子复合体上的陽离子是能相互交換的。最常遇到的陽离子按其参加交換反应的能力可排成如下的次序：

Li' , Na' , NH_3' , K' , Mg'' , Ca'' , Al''' , Fe''' 。

加入少量的一价离子(鹼类)就能增加离解并提高粘土粒子的电荷。增加粘土粒子之間的排斥力就能促进悬浮液稀釋。

碱类过量会減弱离子化的粘土粒子复合体的离解，因此減少了它們的电荷，而悬浮液就凝結。

悬浮液中加入二价或三价的陽离子时会減弱粘土粒子的离解，同时也使电荷減少并促进悬浮液凝結。

粘土、高嶺土和含粘土的坯料的粘度曲綫的特征和用的电解質与悬浮液的濃度有关。

仅在加入最少量的电解質时，随着含水量的提高，就能获得稀解的效果，而最小粘度的綫段也增大，情况相同时結果就相反。

这就証明了粘土中交換反应的强度是取决于悬浮液濃度的那种見解。

Na_2SiO_3 和 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 的稀釋作用較強，可解釋為 SiO_3 和 P_2O_7 陰離子被粘土部份地吸附，因而引起陽離子的相應吸附。

Na_2CO_3 ， Na_2SiO_3 ， $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 是稀釋粘土與含粘土的坯料最廣泛使用的電解質。

通常，加入電解質的量接近被吸附的鹽基的當量含量時便達到正常的稀釋。

被置換出的二價陽離子 Ca ，一邊與加進來的電解質里的陰離子 CO_3 、 SiO_3 、 P_2O_7 化合，一邊生成不溶解或難溶解的化合物： CaCO_3 ， CaSiO_3 ， $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ 。

碳酸鈉能較好地稀釋粗分散的粘土和高嶺土。 Na_2SiO_3 ， $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 則能較好地稀釋細分散的粘土。

Na_2SiO_3 的稀釋作用決定於它的矽酸率。

當使用矽酸率為 2.2—2.8 的 Na_2SiO_3 時，可使精陶坯料較好的稀釋。

為了稀釋粘土和陶瓷坯料，也用水解時生成保護膠體的有機化合物：腐植酸的化合物，鞣酸，木質纖維等。

含有腐植酸的粘土，當加入鹼類或當鹼類和腐植酸化合物同時加入時，便可獲得生成保護膠體的鹼性腐植酸鹽。這種保護膠體使粘土懸浮液膠凝的傾向較小。鹼類和這些有機摻雜物相互作用，同時在粘土粒子的周圍生成薄膜，可把它們看成是保護膠體。若干研究這些現象的人作出以下的結論：

1. 有機化合物或其他化合物對某些粘土有稀釋作用，這是由於在最細微的粘土粒子上生成保護膠體的結果。

2. 鹼類依其濃度的不同而對粘土有不同的影響，這是由於保護膠體的生成或破壞的結果。

3. 鹽類或酸類對含有保護膠體的粘土的影響，首先是由它們之間的比例來決定。

4. 粘土中加入保護膠體時能改變它的澆注性能和可塑性。

在粘土的化學-物理指標對它的澆注性能的關係方面的研究工作，是全蘇建築陶瓷科學研究院的 B. A. 切爾諾夫、З. A. 諾

索夫及 T. X. 費多罗夫完成的。

关于电解質，他們采用过 NaOH 、 Na_2CO_3 、 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 、 Na_2SiO_3 、 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 以及从褐煤中提出的碱类提出物。

为了檢驗溶解的鹽类和吸附着的鹽基对泥漿稀釋度的影响，所研究的泥漿做过电滲析試驗。

进行过的研究确定出：

1. 所有研究过的粘土和高嶺土，按其和电解質互相作用的特点来看，大致可分为以下二組：

第一組——高嶺土和不含二价鹽类的比較粗分散的粘土，它們約含有 $<1-0.5$ 微米的膠体微粒子 40—50%。

这一組的高嶺土和粘土能被以上所有列举过的电解質稀釋。

第二組——含有大量膠体粒子的細分散的粘土。

这一組粘土，只有某些研究过的电解質 (Na_2SiO_3 、 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) 才容易稀釋它。

2. 在稀釋效应上的差異一方面有 Na_2CO_3 和 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ，另一方面有 Na_2SiO_3 和 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ，可能是因为 SiO_3 和 P_2O_7 陰离子在粘土粒子表面上的吸附作用，这就引起当量陽离子的补充吸附。

3. NaOH 对研究过的粘土的稀釋作用微弱，因为 Ca 离子的置換不多。

4. 对高嶺土和純粘土來說，当加入所有研究过的电解質的量远少于所吸附的鹽基总量时才会有稀釋效应。

5. 对高分散的粘土來說，当加入电解質 Na_2SiO_3 和 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 的量接近于被吸附的鹽基的当量含量时才会有稀釋的效应。

6. 溶液中的二价陽离子与加进来的电解質的陰离子 (SiO_3 、 C_2O_4 、 CO_3 、 P_2O_7) 化合成为不溶解的鹽类。

粘土也有触变性，这个性質表現为有凝固的傾向，但在强烈的攪拌或振盪之后又会重新变成流动状态。

在触变凝固时，抗剪强度增大。許多測定粘土和陶瓷坯料触变性的方法就是根据这个原理。

在陶瓷工業上澆注坯料的触变硬化現象称为“稠化”，

触变硬化的程度取决于粘土的特性,电解质的含量和含水量。

吸附复合体阳离子交换的理论使得我们能够最充分地解释粘土悬浮液和陶瓷坯料的稀释现象。但不是全部的,还有其他的原理。

根据 Л. 柳琴的研究,粘土被电解质稀释的过程,是由这些电解质与离子化的粘土粒子复合体的相互作用决定的。

假如电解质增加离子化的复合体的离解作用,则粒子的电荷以及它们之间的排斥力便增大。由于粒子的粘力减小,系统就变稀。

假如电解质降低离子化的粘土粒子的离解作用,则粒子之间的排斥力便减小,粒子的粘力增大,系统就变稠。

粘土粒子有表面高度发育的片状结构,在粒子的边缘和棱角上有着被吸附的离子。粘土——水系统是分散系统,在此系统内粘土粒子有水膜包着并阻碍它们粘结。

当加入少量碱类时,离子化的粘土复合体的离解作用便增大,系统就变稀(粘力减小)。碱类浓度增大时便减小离子化的粘土粒子复合体的离解作用,因此系统凝聚(粘力增大),絮片生成时就是凝聚过程的开始。阳离子的凝聚效应随原子价的增大而增加(Ca^{++} 比 Na^{+} 的效应大)。

苏联科学家们,在高岭土悬浮液流动性,纯粹高岭石的交换能力以及电解质对粘土——水系统的影响等方面进行了反复而广泛的研究。

Л. 柳琴在含水的粘土悬浮液的性状的研究工作中作出了如下结论:

1) 决定粘土悬浮液性质的主要因素是粘土的本性、粘土粒子的分散度,离子化的复合体的容量和状态;

2) 离子化的复合体的状态决定悬浮液的聚集状态和工艺性能;

3) 当离子化的复合体的阳离子用 Ca 交换时,就获得稳定的、粘度小的,能缓慢滤过的悬浮液。而当用 Ca 交换时,则获得不稳

定的聚集的，比較粘的懸浮液；

4)加入能与碱土金屬陽离子結合并促进 Na-粘土生成的電解質时，可以提高粘土懸浮液聚集的穩定性，对这一目的來說，最适宜的電解質是水玻璃和焦磷酸鈉。

加热时粘土性質的变化

粘土和高嶺土在加热时發生的結構变化，在建筑用衛生制品的生产上与別种陶瓷制品的生产一样，都有着重大的意义。当加热温度升高时，粘土和高嶺土都發生一系列的变化。高嶺土在 420—440°C 时开始排出化合水。

加热的時間和顆粒的大小，对水分的排除都有很大的影响。高嶺土加热到 530°C 时維持 2 小时便失去全部水分的 4%，而維持 48 小时則失去 12.5%。

在不同温度下加热过的高嶺土，从它的 X 光照片看出来：高嶺土的結構在 600°C 时發生变化并生成高嶺土的另一种变体——偏高嶺石。

高嶺土的加热曲綫在 570°C 附近有吸热效应，而在 950°C 附近有放热效应。

在 1000°C 附近又看到有晶体生成的現象。在 X 光照片上这一点与放热效应的出現相吻合。繼續加热到 1200°C 或更高时，X 光照像指出有在 1000°C 生成的那种晶体存在，仅其数量較多而已。

В. И. 維尔納德斯基在十九世紀末研究瓷器的微觀結構时就确定了生成的晶体是莫来石—— $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ 。这个重要的發現（远在 1890 年就被这位卓越的研究者完成了）竟归功于美国学者波恩(Бруэн)和格雷格(Грейг)，他們关于这个問題的論文是过了 34 年之后(1924 年)才發表的。

当温度升高时除了結構有变化外，粘土的体积和它的比重也發生变化，同时气孔消失。

一方面粘土服从于所有物体在受热时体积增大的一般規律，

另一方面当温度升高时粘土内发生很多变化（新的形态的生成以及易熔混合物的存在），这些变化都引起粘土物质的粒子的靠近而使体积减小（收缩）。

坯体的气孔率随粘土收缩率的增大而减少。

粘土和高岭土收缩的大小取决于许多因素：粘土与所含的夹杂物粒子的大小；化学组成和矿物组成，烧成温度；试样或制品的制备方法。

当温度升高到 $850-860^{\circ}\text{C}$ 以上全部化合水排除以后，比重便开始增大。比重 2.56 的未烧过的珍珠陶土（高岭土的变种），加热到 1000°C 以上时比重改变，如表 5 所示。

表 5

烧 成 时 间 (小时)	烧 成 温 度 (度)	比 重
24	1000	2.52
2	1150	2.56
2	1225	2.57
1	1350	2.74
2.5	1530	2.76

当烧过的坯体的吸水率不超过 5 % 时，则认为此粘土是烧结的*。温度继续升高时，粘土和高岭土便开始软化且逐渐熔融。

大部份的粘土都没有显明的熔点。当粘土做的四面体**的稜开始熔融且其上底倒向放置试样***的板上时即认为是粘土熔融的开始。

熔融温度是根据同时弯倒的耐火度锥的号数来确定或借高温计来确定的。

非常纯的高岭土和粘土，可根据化学分析用经验公式来计算

* 根据 ГОСТ 5499-50

** 此“四面体”即指一般所用的“火度锥”——译者

*** 此“试样”即指“四面体”。——译者