

81.5057
M111

中等专业学校教学用书

硅酸盐工艺学实验教程

Л. А. 馬努依洛夫等 著

建 筑 工 程 出 版 社

硅酸盐工艺學实验教程

南京工学院化工系硅酸盐工學教研組 譯

建筑工程出版社出版

1961.

內容提要 本书是根据苏联建筑材料工业部教育司批准的教学大纲，由Л. А. 馬努依洛夫等所著的“硅酸盐工艺学实验教程”1955年版譯出。

本书内容包括实验室通用的各种硅酸盐原料和制品的檢驗及分析方法，以及热工檢驗部分。

本书可作为中等技术学校硅酸盐专业学生的主要参考书。也可供高等工业学校硅酸盐专业及硅酸盐工厂中心实验室工作人员一般参考之用。

原本說明

书 名 ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ТЕХНОЛОГИИ СИЛИКАТОВ
著 者 Л. А. Мануйлов Г. И. Ключковский А. А. Гезбург
出版者 Промстройиздат
出版地点 及 年份 Москва—1955

硅酸盐工艺学实验教程

南京工学院化工系硅酸盐工学教研组 譯

1958年11月第1版

1961年3月第2次印刷 3,061-8,070册

850×1168·1/32 · 300千字 · 印张 11³/16 · 定价 (10) 1.80元

建筑工程出版社印刷二厂印刷 · 新华书店发行

書号1165

建筑工程出版社出版 (北京市西郊百万庄)

(北京市書刊出版业营业許可証出字第052号)

目 录

序 言	8
-----------	---

第一篇 平均試样的采取

§1. 概 論	9
§2. 平均样品的制备	11

第二篇 热 工 檢 驗

緒 言	16
-----------	----

I. 固体燃料的工业分析	16
--------------------	----

§1. 水分的測定	16
§2. 灰分的測定	21
§3. 挥发分的測定	22
§4. 总硫量的測定	24

II. 液体燃料的工业分析	27
---------------------	----

§1. 石油产品中水分的測定	27
§2. 閃点的測定	28
§3. 机械杂质含量的測定	30
§4. 硫含量的測定	31
§5. 粘度的測定	32
§6. 凝固点的測定	34
§7. 液体燃料“比重”的測定	35

III. 气体燃料和烟道气的分析	41
------------------------	----

§1. 气体平均試样的采取	41
§2. 用ГХ-1 气体分析器(奧賽特)(无燃燒器) 分析气体的組成	42
§3. 用ВТИ 气体分析器分析气体的組成	47

§ 4. 燃料燃烧热(热值)的测定	51
IV. 测量热工设备中的温度	59
§ 1. 用膨胀温度计测量温度	60
§ 2. 用电阻温度计测量温度	60
§ 3. 用热电偶测量温度	61
§ 4. 用幅射高温计测量温度	65
§ 5. 用陶瓷测温锥测量温度	69
V. 压力和负压的测定	71
VI. 气体消耗的测定	74
VII. 空气湿度的测定	77

第三篇 原料和制品的化学分析

I. 硅酸盐材料(粘土、高岭土、砂子、玻璃、耐火材料) 的化学分析	83
§ 1. 水分的测定	83
§ 2. 灼烧损失的测定	86
§ 3. 使硅酸盐成为可溶化合物以及二氧化硅(SiO_2)的测定	67
§ 4. 测定 SiO_2 的快速方法	90
§ 5. 倍半氧化物和二氧化钛总重量的测定	92
§ 6. 氧化铁的测定	94
§ 7. 二氧化钛的测定	101
§ 8. 氧化铝的测定	102
§ 9. 氧化钙的测定	103
§ 10. 氧化镁的测定	106
§ 11. 碱金属氧化物总量的测定	109
§ 12. 氧化钾的测定	113
§ 13. 氧化钠的测定	117
§ 14. 硫酸盐中硫酸根的测定	119
II. 用于硅酸盐工艺中非硅酸盐主要材料的分析	121
一、石灰石和白云石的分析	121
§ 1. 灼烧损失的测定	121

§ 2. 不溶残渣的测定	122
§ 3. 二氧化硅的测定	122
§ 4. 倍半氧化物的测定	122
§ 5. 氧化钙的测定	123
§ 6. 氧化镁的测定	123
§ 7. 硫酸酐的测定	124
二、硫酸钠的分析	128
§ 1. 二氧化硅(SiO_2)铝与铁的氧化物总量的测定	128
§ 2. 氧化铁的测定	129
§ 3. 氧化钙的测定	129
§ 4. 氧化镁的测定	130
§ 5. 氧化钠的测定	130
§ 6. 干燥损失的测定	132
§ 7. 氯化钠的测定	132
三、苏打的分析	133
§ 1. 苏打中氧化钠与二氧化碳的测定	134
§ 2. 人工焙烧苏打中氧化钙总量的测定	135
III. 水泥的化学分析	137
§ 1. 吸附水的测定	138
§ 2. 灼烧损失的测定	139
§ 3. 不溶残渣的测定	139
§ 4. SiO_2 的测定	140
§ 5. 倍半氧化物的总量以及氧化铁的测定	142
§ 6. 用碘量法测定氧化铁	142
§ 7. 氧化钙的测定	144
§ 8. 氧化镁的测定	144
§ 9. 硫酸酐的测定	146
§ 10. 游离氧化钙的测定	149
IV. 水泥生产所用原料混合物的湿度以及“滴定值”的测定	154
§ 1. 原料混合物湿度的测定	154
§ 2. 原料混合物“滴定值”的测定	154

V. 生产玻璃配合料組分的分析	156
§1. 干燥损失的测定	156
§2. 碳酸鈉的测定	157
§3. 碳酸鈣与碳酸鎂总量的测定	157
§4. 硅酸盐部分(不溶于酸的沉淀)的测定	158
§5. 硫酸鈉的测定	159
§6. 碳酸鎂的测定	160
VI. 玻璃化学稳定性的测定	162

第四篇 一般物理性能的测定

§1. 顆粒組成的测定	167
§2. 比重、容重与堆比重的测定	182
§3. 用油浸法测定硅酸盐材料的矿物組成	198

第五篇 膠凝物質

I. 波特兰水泥	207
§1. 料浆水分的测定	207
§2. MXTI-TH ₂ 型流动計测定料浆的流动度	210
§3. 料浆立升重的测定	212
§4. 水泥淨浆标准稠度的测定	213
§5. 水泥凝結時間的测定	217
§6. 水泥体积变化均匀性的测定	218
§7. 水泥比面积的测定	221
§8. 水泥机械性能的测定	226
II. 气硬性石灰	252
§1. 气硬性石灰消解速度的测定	253
§2. 未消解顆粒含量的测定	255
§3. 石灰产浆量的测定	256
III. 石 膏	258
§1. 石膏浆标准稠度的测定	258
§2. 石膏浆凝結時間的测定	259
§3. 建筑石膏抗张强度的测定	260

第六篇 陶 瓷

§ 1. 粘土調水性的測定	264
§ 2. 粘土原料結合性与結合能力的測定	269
§ 3. 可塑性的測定	274
§ 4. 空气收縮与燒成收縮的測定	280
§ 5. 粘土与泥料耐火度的測定	286
§ 6. 陶瓷注浆泥料的流动性与厚化度的測定	292
§ 7. 陶瓷泥料坯体聚集速度和去水速度的測定	294
§ 8. 建筑陶瓷制品的工业性質的測定	296
§ 9. 陶瓷制品的孔隙率与吸水率的測定	302
§ 10. 建筑用陶瓷制品抗冻性的測定	306
§ 11. 釉子热稳定性的測定	309

第七篇 玻 璃

第一章 原料的檢驗	314
-----------------	-----

I. 石英砂的檢驗	315
-----------------	-----

§ 1. 合格石英砂产品的測定	315
-----------------------	-----

§ 2. 砂子顆粒組成及顆粒形狀的測定	316
---------------------------	-----

§ 3. 砂子精选的方法	317
--------------------	-----

II. 碳酸盐原料及硫酸盐的檢驗	320
------------------------	-----

第二章 玻璃、玻璃制品的物理-化学性質的測定及玻璃	
---------------------------	--

质量的檢驗	321
-------------	-----

§ 1. 玻璃密度的測定	321
--------------------	-----

§ 2. 玻璃抗击强度的測定	322
----------------------	-----

§ 3. 抗张强度的測定	323
--------------------	-----

§ 4. 耐压强度的測定	324
--------------------	-----

§ 5. 线膨胀系数的測定	324
---------------------	-----

§ 6. 热稳定性的測定	327
--------------------	-----

§ 7. 玻璃軟化溫度的測定	328
----------------------	-----

§ 8. 玻璃結晶能力的測定	330
----------------------	-----

§ 9. 玻璃窑用大型耐火材料质量的檢驗	331
----------------------------	-----

§ 10. 退火制品应力的測定	332
-----------------------	-----

第三章 玻璃中缺陷的測定	333
--------------------	-----

序 言

中等专业学校的硅酸盐工艺学实验，是根据苏联建筑材料工业部教育司所批准的教学大纲编写的。

本书是陶瓷、胶凝物质和玻璃工艺学的中等专业学校学生的教本。教材中介绍了实验室最通用的硅酸盐材料及制品的试验和分析方法。此外，教材中还包括了有关生产上的热工检验方面的材料。为了精简教材的篇幅，所有原料和制品的一般试验方法放在总的部分内。在“原料和制品的化学分析”一篇中仅仅详细讨论了经典的硅酸盐分析方法，而未涉及各种物质的多种特殊方法。

教材中不仅载有各种实验室的作业，并且还有综合的考查性的作业，这类作业一般是学生小组在教师指导下进行。

本书由以下各篇组成：

- I. 平均试样的采取。
- II. 热工检验。
- III. 原料和制品的化学分析。
- IV. 一般物理性质的测定。
- V. 胶凝物质。
- VI. 陶瓷制品和原料。
- VII. 玻璃。

I和III篇是Л.А.馬努依洛夫写的，IV、V、VI篇由克留柯夫斯基编写，第VII篇由А.А.盖兹布尔格编写。第II篇则是А.А.盖兹布尔格和Л.А.馬努依洛夫合写的。

第一篇 平均試样的采取

§ 1. 概 論

做任何物料的試驗或检查試驗，都要由原料中取出平均試样。

所謂平均試样，就是少量物料(砂、粘土、燃料等)，它的化学組成、物理及化学性質都应与整批物料相符合。

每批物料就是任何数量的一次进入工厂倉庫或由倉庫取出的同类物料。

在所有情況下，每批物料的多少，是根据ГОСТ来确定。

采取平均試样是重要的作业，因为这批物料的不正确鑑定，可能在生产中产生废品。尤其是在有些情況下，所試驗的物料在試驗后馬上投入生产的，更容易出废品。

在取平均試样时，可能有許多誤差。大多数誤差是在由車廂、倉庫等选取块状物料作为平均試样时发生的。通常大块物料的化学成分与小块和粉状物料是有所不同的。因此，若仅取大块的，中等的或小块的物料作为平均試样，那么，整批物料的組成数据就将是不正确的。

当运输时，小块的及粉状的物料經常聚积在下面，而大块物料則在上面。液体及半液体成品的組成在它們整个物料中也不是一样的。因此，平均試样必需在各个地方：車廂、駁船、倉庫、麻袋、箱子等各部分取出，并且加以混合。

被选取的批数及試样选取的地方，应符合ГОСТ或指令上的规定，并且决定于物料均匀的程度，块度的大小，分析要求的准确度。

物料愈不均匀，及顆粒組成愈不一样，平均样品就必须选取更多的份数。

原始样品数量的波动范围可以很大，根据物料、每批物料的多少、顆粒大小不同，平均由500到0.5公斤(或更少一点)。

大块物料原始平均样品总重及各份的重量要比小块的大得多。

在进行化学分析及物理机械性质試驗时，只要用少量的物料。因此，原始样品就要縮减到必要的数量。大块原始样品縮减的同时，进行破碎与磨細。

供化学分析及試驗用的最少量均匀磨細的平均样品，被称为“平均的实验室样品”。

由实验室样品中取出一定重量的試样，供化学分析及其它試驗之用。

往往某些原始样品的重量或容积都不是很多，它們也可同时用作实验室样品。

实验室样品保存在适当的盛器中，不使它的化学組成及水分变化。实验室样品通常装在两个具有磨口塞子的玻璃瓶中，一个瓶中样品供試驗之用，另一个作为备品及检查試驗之用。送到实验室的样品必須登記。为此，每个样品都填在卡片上，在上面标明登記號碼、产品名称、产地、采石场或商标、每批號碼、数量、收到日期、取样地点及日期、重量等。

卡片上的記錄載于記事本上，卡片連同样品一齐送到实验室，在规定的样品上貼上标签，在它上面写上与卡片上一样的資料，有时标签上只写明物料名称、采样的批数及日期，但必須有登記的號碼。

各种物料样品保存的时间，根据 ГОСТ 或指令而定。

通常原料、燃料及其它物料样品要保存直到工厂完全不利用这种物料为止。

为控制工艺过程所选取的样品，只保存到这个产品送去生产为止。

§ 2. 平均樣品的制备

用任何方法取得的原始平均樣品，必須加以縮減及磨細。

借着四分法、挖取法或在專門儀器——均分器上來縮減平均樣品。四分法的过程是这样：將全部原始樣品均勻的混合，并且堆成圓錐堆，然後利用鏟子或木板將樣品弄平成為截面圓錐體，在它上面分成四等分，去掉相對的兩等分，并且將遺留下的兩等分再堆成圓錐體，弄平又進行四分，即再分成四個等分，將相對兩等分又去掉(圖1)。

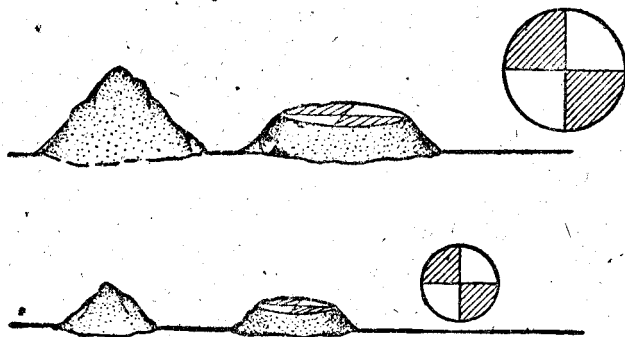


圖 1 平均樣品的四分縮減法

這個手續一直繼續到規定量為止。

挖取法是这样：通常將磨細後的全部樣品，在鐵板上鋪平為一正方形或四邊形淺層。正方形依次利用木板劃分為15~20個小正方形，從每個小正方形中每隔一正方形，利用鏟子取出一定分數的物料，將各分一齊倒入，并且小心混合。通常這種方法用於縮減少量的樣品(圖2)。

固體燃料樣品首先是用四分法來進行縮減，當樣品重量到4~5公斤時，就利用挖取法。

最快的樣品劃分是利用專門儀器——均分器(圖3)。已經有許多各種各樣簡單的或複雜的均分器。最簡單的均分器是均分格條，如圖3所示的均分器是有幾個分間的小倉。平均樣品倒入小

仓，按分間均匀地分配，然后自每一分仓取物料，然后磨細及縮減。

若是物料的顆粒比分析所要的大，則原始物料应加以磨細。

若是物料包括各种不同的大小部分，从块状的到粉状的部分(煤、泥炭、长石、花崗石、石灰石等)，就要进行多次的破碎。

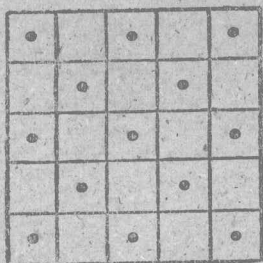


图 2 平均样品的挖取縮減法

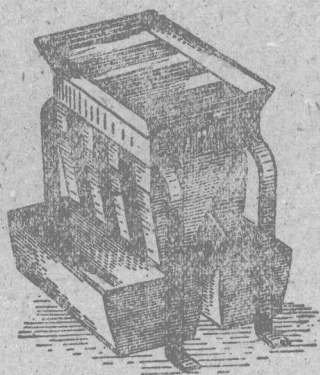


图 3 均分器

通常把原始样品經約25公厘的篩子过篩，比較大的就在破碎机上进行粗碎。

細磨則在盘磨、球磨或实验室的手工研磨上进行的。

物料最后的磨細是在瑪瑙乳钵中进行。在瑪瑙乳钵中研磨少量干物料，并且仅供化学分析之用。由于瑪瑙硬度大，这种研钵几乎完全不会磨掉，因而不影响磨細物料的組成。

实验室样品用于顆粒組成、水分、化学分析的測定，在有些情况下，用来物理——机械的試驗。

当进行顆粒組成測定时，样品不要磨細，在篩分析时，取样品(粘土、高岭土等)100克。但用沉降法分析及混浊法分析时，則取样品10~15克。

測定水分所用的样品重量規定：煤約为2公斤，泥炭0.5~1.5公斤，粘土0.1公斤。

測定总水分的样品，应当尽快的取出，保存在具有磨口塞子的玻璃瓶中。

供化学分析用的样品，必須是空气干燥状态并要磨細。供化学分析用的样品的重量及主要物料磨細的程度列于下表：

物 料	磨細到通过篩号	整个样品总重 (克)	試样平均称重 (克)
煤及頁岩.....	021 号	200~500	1~2
泥炭.....	025 号	180~300	1~3
粘土、砂、熟料、石灰石及其它物料.....	0085号	25~50	1~3

以下是以粘土为例，举出它的平均样品选取的方法。由仓库、車廂或采石场选出的平均样品縮減到約10~22公斤重。从中取2~3公斤測定大块夹杂物(圓石、块状矿物、有机杂质)。将大块夹杂物挑出、篩分、并且称重，在分出大块夹杂物以后，由剩余物中取出100克測定总水分，取100~200克測顆粒組成，取50~25克作化学分析。

其余粘土則作为工业性質測定之用(可塑性、粘結力、烧成收縮等)。

制备可塑泥料和測定顆粒組成的样品应是空气干燥状态。

供化学分析用的試样要經過 940号篩，未过篩的大块部分在研钵中磨細，再过篩。

花崗岩、长石、砂、石灰石、白云石、硅砖、陶瓷制品及玻璃要磨細，通过940号篩，然后縮減到50~25克。供化学分析用的样品(10~15克)，則在瑪瑙乳钵中小心研磨，通过0085号篩。在有些情况下，必須磨得更細，能通过0063号篩(水泥)。

当采取流体及半流体物質的平均样品时，則按下列方式进行。

采取均匀的流体时，利用移液管吸出。

但是有时候流体組成不是十分均匀(石油产品)，在这种情况下

下，就在不同高度，按层次取出试样。

当取分层的或未经混合的液体时，在每个液体各个层次中取出样品。

可以应用移液管或玻璃管在盛器的不同高度，取出液体样品。

当从一个大储藏器中取样时，应用专门的采样器。

例如，为了取出石油或重油样品，应用采样器(图4)。它是一个金属小桶，具有加重的底，容积为1立升。采样器的椭圆形盖固定在稍微倾斜的轴上，在这个盖上有三个环，两个环用链子固定，第三个带钢皮尺。

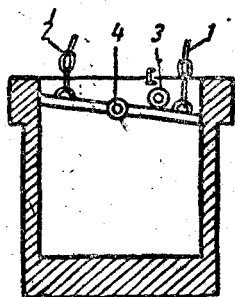


图4 石油制品的采样器

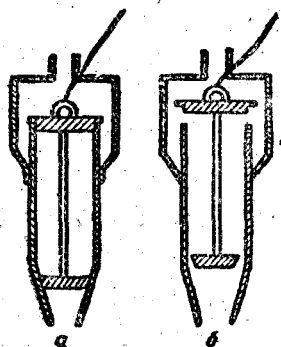


图5 采取料浆的小桶：

a—关住；b—打开

把炼1拉紧，采样器放入储藏器中，它刚好降到一定的深度，放松炼1，并折住炼2以支持住采样器。此时，盖子旋转，盛器就装满了液体。盛器充满液体后，放松炼2，拉紧链1以拉住采样器，此时盖子就关上。

当取石油产品平均样品时，经常在上层取一个样品，在中間取三个样品，在底层取一个样品。若是石油产品是装在桶内，那么，就取整批部分的5%为样品。

在水泥厂取料浆时，用一种专门的小桶(图5)。

小桶浸入一定的深度，将固定在盖子上的绳子向上拉起，

盖子提高，孔就打开，小桶就装满了料浆。当放松盖上绳子时，在它自己重力作用下，盖子就落下去，孔又被关住。

試驗液体或悬浊液(料浆、泥浆)平均样品的分取，是在充分拌匀后再进行的。

取气体平均样品时，經常是把試样直接收集到气体分析器中。所以这个操作在第41頁“气体燃料及烟道气的分析”一章中加以叙述的。

測驗問題

1. 什么叫做“平均样品”?
2. 原始平均样品的数量，根据什么确定?
3. 試驗物料块的大小与原始平均样品的重量之間的关系如何?
4. 說明采取块状及粒状物料的平均样品几个主要方法。
5. 用何种仪器来采取液体物料的平均样品?

第二篇 热工检验

緒 言

在建筑材料工业中采用固体、液体和气体燃料。

燃料的质量，主要由它的燃烧热(发热量)来确定，也就是由一公斤燃料完全燃烧时所放出的热量来确定。

燃烧热(发热量)可以指一公斤空气干燥的燃料或一公斤含自然水分的燃料。在后一种情况下的燃烧热可称为工作燃烧热或工作燃料的燃烧热。

燃料的检验包括测定各种燃料的各项指标，这些指标能表明它适合于工艺条件的要求。根据燃料的种类不同——固体的、液体的或气体的——测定燃料性质的方法也就不同。

I. 固体燃料的工业分析

固体燃料的工业分析是测定：1、水分，2、灰分，3、挥发物含量，4、含硫量。

§ 1. 水分的测定

取2公斤重的样品测定水分。燃料磨碎到颗粒大小至3公厘。在烟煤，无烟煤和其它种类的固体燃料中含有：毛细管水，膨胀水，吸附水和化合水。

毛细管水存留在块煤的毛细管中。存留在小块的固体燃料，特别是磨得很细的燃料(例如煤粉)中的机械水分，也可属于毛细