

矿物棉工厂

Н. Н. 卡利揚諾夫
Д. Л. 切尔科夫 合著
С. И. 魯卡舍夫

建筑工程出版社

矿物棉工厂

李健生 喬槐田 宋德平 合譯

建筑工程出版社出版

• 1959 •

內容提要 本书中說明了矿物棉工厂中生产矿物棉及矿物棉制品的工艺原理, 纖維形成过程的物理化学条件, 以及选择原料的方法。

此外, 本书还載有矿物棉工厂所用设备的簡要說明, 主要工艺計算, 以及矿物棉工厂的設計、技术操作, 技术检查、安全技术及劳动保护等方面的重要規定。

本书可供矿物棉及矿物棉制品工厂的設計、建筑、和生产等部門的工程师和技术員, 以及建筑住宅和民用建筑物的建筑人員参考。

原本說明:

书 名 ЗАВОДЫ МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ
著 者 Н.Н.Кальянов, Д.А.Черков С.И.Лукашев
出版者 Государственное издательство литературы
по строительству и архитектуре
出版地点 及 年 月 Москва—1952

矿 物 棉 工 厂

李健生 乔槐田 宋德平 合譯

1959年1月第1版 1959年1月第1次印刷 2,160册
850×1168 • $1/32$ • 170千字 • 印張 $6^{15}/16$ • 定价(10) 1.20元
建筑工程出版社印刷厂印刷 • 新华書店发行 • 書号: 1292

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	6
第一章 矿物棉、矿物棉制品及其性能	8
第二章 矿物棉生产的物理化学原理	22
第三章 矿物棉的原料	32
1. 天然原料——火成岩及水成岩	33
2. 地方工业废料	38
3. 鍋爐渣	39
4. 冶金矿渣	40
5. 关于原料选择的說明	42
第四章 机械設備、熔炉及干燥器	44
1. 原料准备設備	44
2. 熔化爐——熔爐	46
3. 沉降室	51
4. 制粒器	57
5. 瀝青溶煮槽	57
6. 合成树脂矿物棉毡用的干燥器	57
7. 用蒸汽加热的鉄板搅拌器	58
8. 計量搅拌器	59
9. 矿物棉板成型用的压型机	61
10. 硬壳成型用的压型机	63
11. 矿物棉板送至干燥小車的机械传送装置	64
12. 隧道式干燥装置	67
13. 室式干燥装置	68
第五章 矿物棉的生产工艺	69
1. 制取矿物棉纖維的方法	69
2. 离心法	69
3. 空气吹制法	71

4. 烟气流吹制法	71
5. 蒸汽吹制法原料准备	72
6. 燃料准备	74
7. 熔爐准备工作	76
8. 爐料計算及配制	76
9. 計算焦炭的空料及实料	91
10. 熔爐装料及点火	93
11. 爐料熔化	95
12. 熔化过程的破坏	96
13. 熔融物的噴吹	97
14. 纖維沉降	107
15. 矿物棉条材的压制及切割	108
16. 矿物棉包装	110
17. 矿物棉加工	110
第六章 矿物棉制品的生产工艺	111
1. 粒状棉	111
2. 瀝青粘合的矿物棉毡	113
3. 合成树脂粘合的矿物棉毡	121
4. 矿物棉砖	129
5. 建筑中保温和工业上絕緣用的矿物棉制品	136
6. 矿物棉硬壳的生产	147
第七章 矿物棉及矿物棉制品的工厂設計	149
1. 原 料	149
2. 厂址选择	150
3. 工厂总平面图	151
4. 工厂組成	153
5. 产品品种的确定	153
6. 采石場設計及原料准备	156
7. 矿物棉車間設計	158
8. 矿物棉制品生产車間	159
9. 蒸汽、水、燃料、电力及材料的消耗量	159
10. 生产能力10000~12000吨的矿物棉制品工厂各建設工程 項目的基建費比重(举一設計为例)	160

11. 产品成本	162
第八章 矿物棉工厂的技术操作	163
1. 设备维护及修理	163
2. 现有设备的合理使用及提高效率	166
3. 降低原料、燃料、电力、水的单位消耗量及其他 生产费用	167
4. 设备说明书及定期计划检修	168
5. 生产人员的职责须知	169
6. 工艺长片及工艺守则	173
7. 生产技术检查	174
第九章 劳动保护及安全技术	174
1. 劳动保护问题	174
2. 安全技术	178
第十章 矿物棉工厂的技术检查	183
1. 工厂化验室及其任务	183
2. 矿物棉工厂的技术检查机构	186
3. 原料及燃料检查	188
4. 成品质量检查	189
第十一章 矿物棉及其制品在建筑及工业中的应用	205
1. 建筑物的非承重结构	205
2. 少层及多层建筑	207
3. 采用矿物棉制品作为隔音材料	214
4. 冷热管道及锅炉的保温层	216
5. 技术经济指标	218
参考书籍	221

序 言

战后斯大林五年计划的顺利完成，保证了苏联国民经济的广泛发展。

由于大规模的建設，以及冶金与建筑等工业部門的迅速发展，采用高效能絕热材料具有重要作用。

絕热材料的生产具有重大意义。这是因为采用这种材料，可以保证竣工投入生产的企业节约燃料，并可以强化各工业部門的工艺过程。

在建筑工程中，采用高效能的保温材料可大大地減輕建筑结构的重量，降低建筑结构的造价，因而，也就可以节约主要的建筑材料。

砖砌体结构中使用保温材料保证建筑结构造价降低到51%，砖、水泥、石灰及机械用的高效能絕热材料的消耗量降低到33~62%。

骨架式木墙中采用保温填料或各种保温夹心料，較之圓木实拼墙，可使木材消耗量降低到90%，建筑结构造价降低到58%，结构重量減輕到72%。

在各种保温材料中，矿物棉及其制品，是效能最好的材料。

本书叙述了矿物棉及其保温制品的工厂生产工艺上的一些重要問題。

在编写本书时，采用了热工設計院科学研究所和設計科，以及重工业企业建造部絕热制品管理总局和其他各部所属的一些矿物棉工厂提供的資料。

作者謹向給予本书提供了宝贵資料的工程师 A.A. 多勃罗文斯基、技术科学 副博士 B.A. 基泰采夫、H.A. 斯彼兰托夫、K.Э. 高尔雅諾夫、工程师 B.Г. 格利巴諾夫斯基，以及参加試驗

工作的工程师Д.С.阿列克山德罗夫、Я.И.洛佐夫斯基、В.Ф.布罗夫、М.М.德米特利耶娃、М.Н.沃洛吉娜、Л.Б.安德烈耶娃和А.Н.梅尔兹里雅克致以衷心的谢意。

本书的第一、二、八章是由工程师 Н.Н.卡利扬诺夫编写的，第三、五、九、十章是由工程师 С.И.芦卡舍夫编写的，第六章是由 Н.Н.卡利扬诺夫及 С.И.芦卡舍夫编写的，第四、七、十一章是由工程师 Д.А.切尔科夫编写的。

第一章 矿物棉、矿物棉制品及其性能

矿物棉，是一种由矿物熔融物制得的玻璃状細纖維构成的絕热材料。

图 1、2 中所示的为显微鏡下放大的矿物棉纖維。細纖維杂乱无章、呈棉状、組織松軟、有无数的气洞，气洞决定了矿物棉具有高絕热性能。各单个纖維很光滑，其中一些較粗。纖維通常是实体的。但也常遇到象細毛細管似的中空纖維。

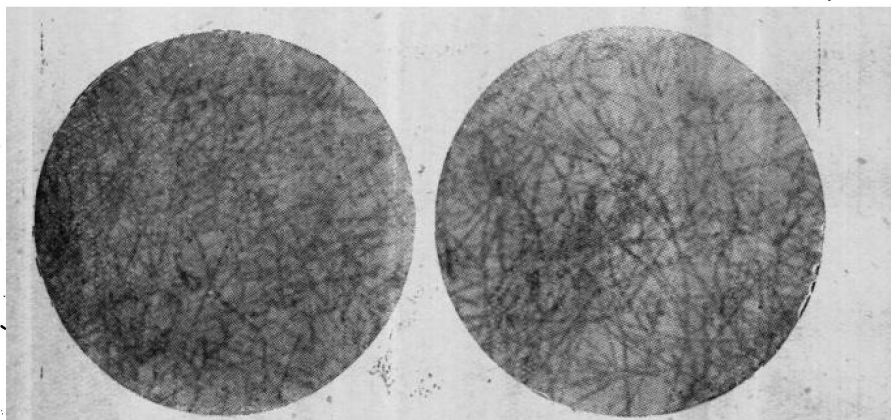


图 1 斯大林格勒工厂的矿物棉
显微照片(放大48倍)

图 2 查波洛什工厂的矿物棉显
微照片(放大48倍)

矿物棉纖維的制造工序如下。用作原料的許多种冶金矿渣或鍋炉渣及其它許多种岩石破碎成块后，連同燃料一起装入熔炉。为了保証燃料剧烈燃烧并产生高温，須向炉內送风。因而，加入的原料則在炉中熔化，并以細流經熔炉下部的出料孔流出。在稍低于熔炉出料孔的地方，安設有噴出汽流的噴嘴。汽流与熔融物流相交，并与水平面成一定的角度。汽流噴击熔融物流，将熔融物流吹成細滴，并送入专用室內，該室称为沉降室，或纖維形成

室。每一熔融細滴由于自己前移而拉成纖維，这时，纖維即在滴的尾部形成了。熔融細滴本身却由于自己繼續前移而縮小，其縮小直到其温度降低到使其不能再拉伸时为止。形成的纖維落在沉降室地板上。而在沉降室末端地板上則落有冷凝的熔融殘滴。由此可见，纖維形成过程决定了在矿物棉成品中不仅有纖維本身，而且也有构成纖維的材料，即称作小珠（夹杂物）的冷凝滴。图 6、7 为构成这种纖維的夹杂物图。形成纖維的熔融滴的利用好坏，也就是殘滴在矿物棉成品中所占百分含量的大小，均取决于纖維形成过程的組織安排。制成的矿物棉纖維的粗細也取决于同样的原因。

纖維的粗細是决定矿物棉絕热性能的最重要因素。

A.И. 瑞林指出了矿物棉的导热性取决于纖維的平均粗度，也指出了纖維的細度对矿物棉絕热性能的影响。

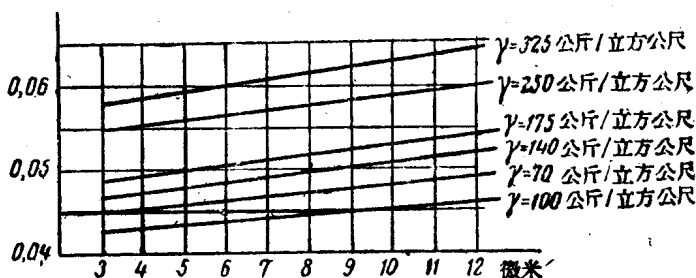


图 3 温度30°时的纖維粗度对矿物棉导热率的影响

矿物棉纖維愈細，就愈有弹性，愈不易断裂。但是，到目前为止，用于建筑结构保温的纖維的最宜細度还没有定出，在建筑结构里，纖維弹性必須适应于压力及对收缩现象的抵抗力。矿物棉单个纖維的长度为2~40公厘。

为了确定纖維細度对矿物棉絕热性能的影响，C.И. 拉赫曼諾夫斯基曾就各种矿物棉样品作过試驗。

試驗結果証明，导热系数随着纖維的加粗而增加。但从上图（图 3）可以看出，对于所研究的纖維粗度，导热系数的增加不超

过10%。

各工厂生产的商品矿物棉纤维的平均直径不超过6~7微米。在这种条件下，最粗的矿物棉的导热系数的增加与最细的相比，从上图可见，并不超过4~6%。

在沉降室或纤维形成室内未经压实的矿物棉的容重为20~30公斤/立方米。

实际上，有上述容重的矿物棉并不能用作绝热材料，而需要压实到适当值后才可使用。

苏联工程师Б.Н.卡乌夫曼、С.Д.拉赫曼诺夫斯基、А.У.弗兰楚克等曾对矿物棉导热率作过研究。

矿物棉最适宜的，亦即符合于导热系数最小数值的容重不得大于120~150公斤/立方米。

试验证明，容重为150、200、250和300公斤/立方米时，如果容重增加，导热系数按一般规律增加，也就是说，导热系数是随着容重的增加而增加。

至于容重小于150公斤/立方米的样品，当容重减轻时，导热系数却急剧增加(图4)。

这是因为，在容重降低到150公斤/立方米以下时，由于物料

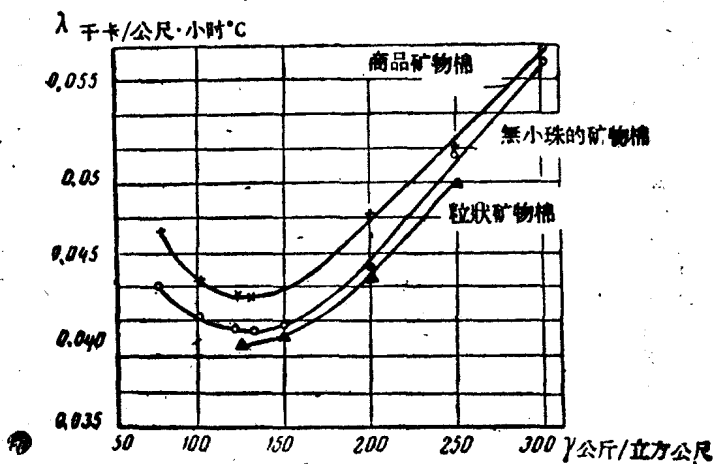


图4 矿物棉的导热系数与容重的关系

結構松散而使得對流及輻射作用加強。

當容重不變而平均溫度有所改變時，導熱率的變化約與平均溫度成正比。從圖 5 中看出，在 $0 \sim 300^\circ$ （平均溫度）溫度範圍內容重為 $120 \sim 300$ 公斤/立方米時導熱率的變化。

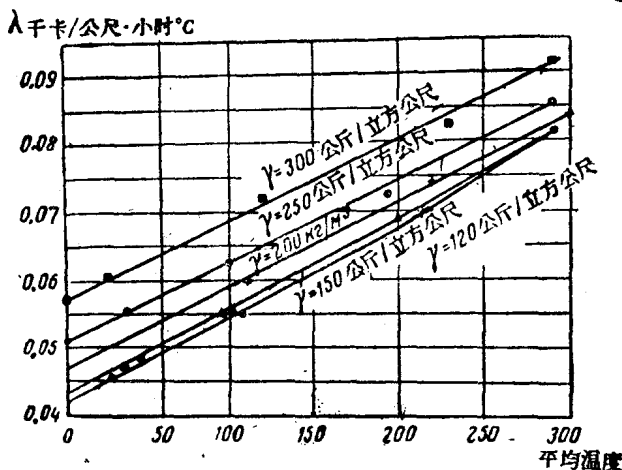


圖 5 礦物棉的導熱係數與溫度的關係

實際上，礦物棉的容重並不是常數，而是取決於壓實程度。

用經鐵路運送到安裝現場的礦物棉作的試驗（約 300 次）得出下列結果：

礦物棉的容重

莫斯科工廠的	197~220 公斤/立方公尺
魏克松工廠的	225~298 "
薩特金工廠的	230~276 "
烏特金工廠的	240~286 "

礦物棉的包裝、貯存及運輸等條件能影響在實際使用中的礦物棉的容重指標。

例如，魏克松工廠的礦物棉由於裝在不很硬的包皮（筐子）中，在運到安裝現場的路途上壓實了，因而其容重由 220 增到 300~320 公斤/立方公尺。

运到安装现场的矿物棉，由于堆积运送和在使用之前受到更大的压实，其容重增加到381公斤/立方公尺。

为了便于运输而用硬包皮装好的由工厂送往安装现场的矿物棉，通常要压实到230~250公斤/立方米。

为了更均匀地填充，铺设在安装结构中的矿物棉的容重要与上述容重相近。

因此，为了便于运输、安装及消除收缩现象，矿物棉压实程度比绝热性能最好的矿物棉的理想值 120~150 公斤/立方米要大。



图 6 矿物棉中的矿渣夹杂物

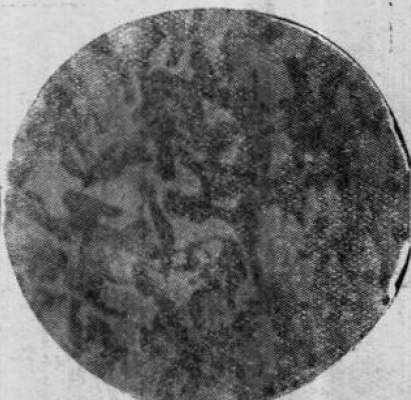


图 7 矿物棉中直径小于0.12毫米的矿渣夹杂物

因为纤维的粗细与矿渣夹杂物的数量能影响容重指标，压到一定密实度的各种矿物棉就能有各种品级指标。

根据ГОСТ 4640—49，在负荷0.1公斤/平方公分作用下，矿物棉的容重：一级品不应大于200公斤/立方公尺，二级品不应大于250公斤/立方公尺，三级品不应大于300公斤/立方公尺。

矿物棉中通常含有若干量的为熔融物滴的夹杂物，这种熔融物滴是由于在喷吹时未来得及拉成纤维而形成的。ГОСТ对矿物棉中的这种夹杂物的含量有所规定，三级品矿物棉中的夹杂物的最高含量为35%（见图6、7）。

因此，含有大量夹杂物的矿物棉属于次級品。但是，矿物棉中的夹杂物的含量并不能說明纖維本身的质量。

关于我国(苏联)某些工厂生产的矿物棉中的夹杂物量的数据见表1。

表 1

工 厂 名 称	夹 杂 物 量				
	0.5~1.0 公厘	1.0~3.0 公厘	大于 3.0 公厘	总 共	0.25~0.5 公厘
莫斯科絕热制品联合工厂	9.7	3.9	—	13.6	15.5
同上	15.7	5.4	—	21.1	12.8
查波洛什工厂	10.8	5.1	—	15.9	17.9
同上	13.4	12.1	—	25.5	12.6
斯大林格勒工厂	14.4	7.0	0.4	21.8	12.7
同上	19.3	6.5	0.2	26.0	21.0
日丹諾夫工厂	10.7	12.8	0.6	24.1	10.2
烏特金工厂	15.9	10.2	0.8	26.9	未确定
同上	19.2	11.4	0.6	31.2	〃
薩特金工厂	12.8	9.2	2.4	24.4	〃
魏克松工厂	13.5	10.0	2.8	26.3	〃
同上	20.5	15.2	—	36.7	〃

ГОСТ限制含有尺寸大于 0.5 公尺的夹杂物。但据許多样品的試驗証明，矿物棉中尺寸0.25至0.5毫米的夹杂物的含量为 8~26%。因此，在生产方法上，無論是蒸汽吹制法或空气吹制法；次級品矿物棉中粒径 3 公厘及小于 3 公厘的夹杂物的总含量有时可达50~60%。

从图 6 及图 7 中可以看出，除圆球状夹杂物外，还有彼此間被玻璃纖維粘接的梨状夹杂物。夹杂物的尺寸一般不超过 2~3 公厘。但是在矿物棉中可能有某些个别的夹杂物大大超过上述尺寸，这种夹杂物是在清理熔融物流槽时所获得并被气流送到纖維形成室內的。

某些文献中說明了矿渣夹杂物对导热系数有不良的影响。然而，刊载有关这个問題的著作却非常的少。

在热工設計院里，C.A.拉赫曼諾夫斯基为了确定夹杂物对矿物棉絕热性能的影响，曾作过多次专门試驗工作。試驗結果証明，随着矿物棉中夹杂物含量的增加，导热系数值也有增加的趋势。

这是由于夹杂物在矿物棉的各部分中間起着传热桥梁作用的结果。

当矿物棉中夹杂物含量(见图8)为10~30%，而矿物棉容重小到200公斤/立方米时，导热系数最多只能增加7~8%，当容重为250~325公斤/立方米时，增加得还要少，只有3~4%。

为了研究矿物棉的导热系数与夹杂物的直径的关系，采用过容重为250公斤/立方米的細纖維的矿物棉并預先抖去夹杂物，然后均匀地掺放了各种直径的夹杂物。

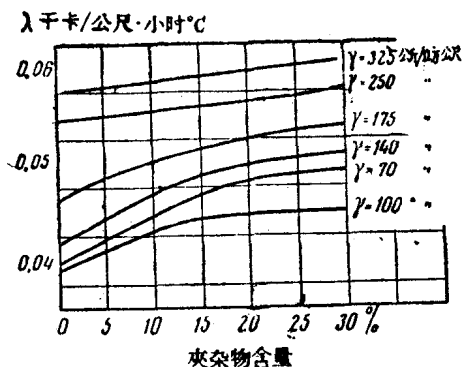


图8 矿物棉的导热系数与其中夹杂物的含量的关系

在所有情况下，夹杂物的含量均为矿物棉重量的15%。所有試驗都是在平均温度等于30°时进行的。試驗結果见图9。

图9說明了，随着夹杂物尺寸的减小，导热系数稍有增加。这种情况可能是因为，在夹杂物重量相同时随着它的尺寸减小而产生更大量的热桥。

为了查明夹杂物本身的导热系数，也曾将夹杂物进行过試驗。夹杂物的容重为1810公斤/立方米。試驗結果见图10。

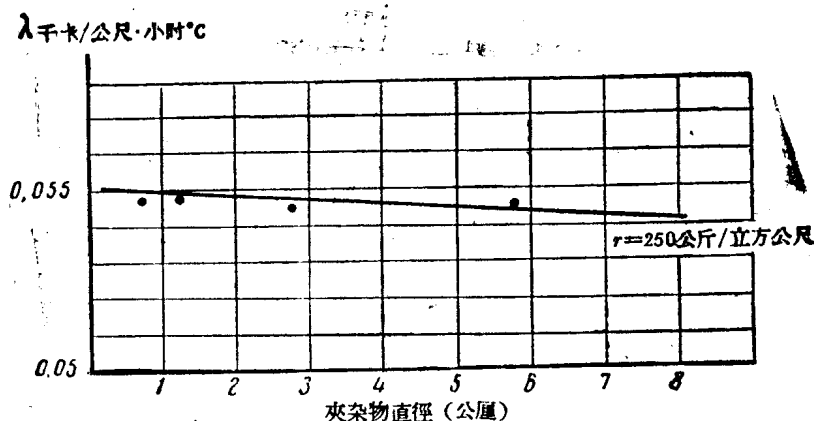


图 9 平均温度=30°时夹杂物直径对矿物棉导热系数的影响(夹杂物含量为矿物棉重量的15%)

图10表明, 虽然夹杂物的容重很大 (1810公斤/立方公尺), 但其导热系数却较小, 在平均温度等于30°时, 总共才为0.145千卡/公尺·度·小时。导热系数与温度的关系是普通直线形。

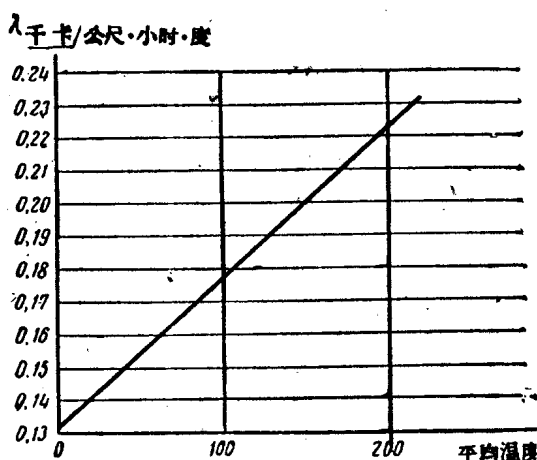


图 10 容重为1810公斤/立方公尺时, 矿渣夹杂物(小珠)的导热系数与温度的关系(夹杂物尺寸为0.2~3.0公厘)

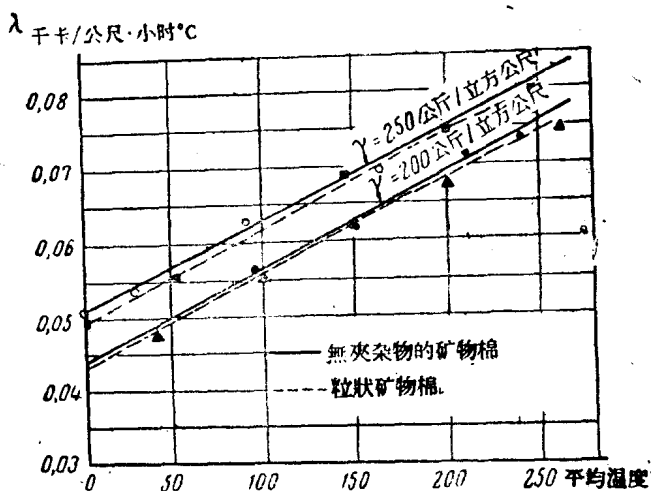


图 11 粒状矿物棉和无夹杂物的矿物棉的导热系数与温度的关系

容重200~250公斤/立方米的不含小珠的矿物棉(即不含夹杂物的矿物棉)的試驗結果如图11所示。

从图11可见, 容重 200 和 250 公斤/立方米的无夹杂物的矿物棉的导热系数与温度的关系按一般规律进行变化, 这种变化在温度300°以下可用直綫表示。

为了确定零下温度时的导热系数与湿度的关系, 热工設計院曾采用零上温度时同一容重的但样品湿度却大得多的同种类矿物棉进行过多次試驗。

样品容积湿度达60%。湿样品在試驗前完全冷冻好。試驗結果见图表(图12)。

图表說明了, 湿度在20%以內, 导热系数几乎是随容积湿度的增加平均地增加, 但在湿度超过20%以后, 导热系数却增加得相当快。并且, 容重不同时的导热系数在容积湿度为55%时可达到同一。

用绝对值表示的导热系数在容积湿度20%以內平均地增加, 对于所有容重的矿物棉, 增加数平均为 0.007。如容积湿度增加到大于20%, 导热系数即急剧地增加。