

中华人民共和国行业标准

化学工业炉耐火纤维炉衬 设计技术规范

HG/T 20642-98

主编单位：国家医药管理局上海医药设计所
批准部门：化学工业部
实施日期：一九九八年五月一日

化工部工程建设标准编辑中心

1998 北京

前 言

1 修订标准的依据

本标准依据化工部建设协化建标发(1986)90号文“关于下达一九九六年设计基础工作计划的通知”的要求,并在1987年12月发布的原CD 132A20—87《化学工业炉耐火纤维炉衬设计技术规范(试行)》(以下简称“原标准”)的基础上修订的。

近年来,我国以普通硅酸铝纤维为起步的第三代耐火材料发展很快,耐火纤维已由低档产品发展到了中高档产品,而耐火纤维生产厂家更是大量兴建,特别是各厂产品的品种与质量良莠不齐,作为设计技术重要准则的原标准亟需扩充与筛选进而更新,因此,我们对原标准进行了修改与增补。

2 标准的主要内容

本技术规范是为炉膛温度不大于1300℃的一般化学工业炉窑的耐火纤维炉衬制定的设计技术规定。

本技术规范还对耐火纤维炉衬结构的锚固件等配套材料亦提出了相应的技术要求。

3 修订标准内容的变更情况

本次修订时主要对原标准中耐火纤维炉衬材料、耐火纤维炉衬设计原则以及耐火纤维炉衬常用结构等增补了一些条款,并重新进行了编排,使得本技术规范更具普遍性与实用性。

在耐火纤维炉衬材料方面,增补了中高档耐火纤维及其二次成品的内容,同时,相应补入了耐火纤维炉衬锚固件的设计技术要求,并增加了耐火纤维炉衬表面涂料的一些技术要求。

在耐火纤维炉衬设计原则部分,强调了耐火纤维材料及制品的允许使用温度。

在耐火纤维炉衬常用结构中,增加了折叠式模块结构炉衬、不定形耐火纤维炉衬以及复合结构炉衬的内容。

经授权负责本标准具体解释单位及地址

单位:国家医药管理局上海医药设计院

地址:上海市南京西路 1856 号

邮政编码:200040

标准编制的主编单位及主要起草人

主 编 单 位:国家医药管理局上海医药设计院

主要起草人:陈德祥 王祖真 钱峰学

1 总 则

1.0.1 为便于设计人员在化学工业炉耐火纤维炉衬设计中正确可循,从而保证设计准确合理,以适应一般化学工业炉衬技术的发展,不断发展和提高,特制定本规定。

1.0.2 本技术规定适用于炉膛温度不大于 1300℃ 的工业炉衬业炉窑的耐火纤维炉衬的设计。

1.0.3 化学工业炉耐火纤维炉衬设计应兼顾到炉子砌筑材料的要求。

1.0.4 耐火纤维炉衬的结构设计必须在考虑耐火纤维材料的热损失与热面使用温度的前提下,同时考虑到施工安装、检修、维护的方便。

1.0.5 化学工业炉耐火纤维炉衬设计除应符合本技术规定外,尚应符合国家现行的有关强制性标准的规定。其中主要有:《工业炉砌筑工程施工及验收规范》(GBJ 211)、《普通硅酸铝耐火纤维毡》(GB 3003)、《化学工业炉结构设计规定》(HG 20541)。

1.0.6 相关标准

GB 3003	《普通硅酸铝耐火纤维毡》
GBJ 211	《工业炉砌筑工程施工及验收规范》
GB/T 983	《不锈钢焊条》
GB/T 5117	《碳钢焊条》
GB/T 16400	《绝热用硅酸铝棉及其制品》
HGJ 15	《钢制化工容器材料选用规定》
HGJ 40	《化学工业炉耐火、隔热材料设计选用规定》
HGJ 41	《化学工业炉金属材料设计选用规定》
HG 20541	《化学工业炉结构设计规定》
HG 20543	《化学工业炉砌筑技术条件》

HG 20544 《化学工业炉结构安装技术条件》
HG/T 20525 《化学工业管式炉传热计算设计规定》

2 耐火纤维炉衬材料及辅助材料

2.1 耐火纤维

2.1.1 以耐火纤维的类型及使用温度分类见表 2.1.1。

表 2.1.1 耐火纤维的类型及使用温度

分类温度 (℃)	纤维类型	允许使用温度(℃)	
		连续	短时
1000	低温纤维 Al_2O_3 38%~42%	800	1000
1100	普通硅酸铝纤维 Al_2O_3 45%	950	1100
1200	高纯硅酸铝纤维 Al_2O_3 47%	1100	1200
1400	高铝纤维 Al_2O_3 52%~55%	1200	1400
1400	含锆硅酸铝纤维 ZrO_2 >15%	1300	1400

2.1.2 以耐火纤维的形态分类见表 2.1.2。

表 2.1.2 耐火纤维的形态分类表

形状或型式	用 途
散棉	(1)用于湿法成型或生产其它型式的纤维制品,如:毡、板、纸、真空浇注成型、分层制品等 (2)在不同的高温场合下作为填充料和背衬材料,如:膨胀缝、密封材料等
纤维毡	(1)在不同的高温场合下作为填充料和背衬材料等 (2)作为炉内耐火或隔热衬里,例如:平炉炉衬经预压编制成折叠块、各种耐火炉衬的贴面等
纤维毡	(1)作为保温材料 (2)可作为复合炉衬的背衬材料 (3)湿毡可作为炉衬缝隙的填充料和局部修复
纤维纸	(1)隔热耐火材料 (2)高温密封衬垫和电绝缘
纤维绳	(1)在不同的高温场合下作为填充料,如:膨胀缝 (2)高温密封填料 (3)高温捆绑材料
纤维布	(1)隔热和绝缘材料 (2)高温挠性密封结构材料或密封衬垫 (3)作为耐高温包扎材料
纤维硬板	作为炉衬材料,可制成看火孔砖、摘砖和管套等
纤维浇注料	作为炉内衬里材料,可浇注成看火孔砖及炉衬的耐火层或隔热层的整体浇注、炉衬局部修复、炉门或看火门的耐火隔热材料等,可适用于气流冲刷较高的部位
纤维喷涂料	目前多作为炉衬的隔热层,在气流冲刷较小的部位可作为耐火面耐火衬里材料使用

2.1.3 允许使用温度不大于 950℃的纤维制品的质量,应符合《普通硅酸铝耐火纤维毡》(GB 3003)、《绝热用硅酸铝棉及其制品》(GB/T 16400)的规定。

2.1.4 允许使用温度不大于 1100℃的高纯硅酸铝耐火纤维制品的质量应符合如下要求,见表 2.1.4—1、表 2.1.4—2 所示。

表 2.1.4—1 高纯硅酸铝耐火纤维制品的化学成份

化学成份	含量(%)
Al ₂ O ₃	≥97
Al ₂ O ₃ +SiO ₂	≥98
Fe ₂ O ₃	≤0.2
K ₂ O+Na ₂ O	≤0.2

表 2.1.4—2 高纯硅酸铝耐火纤维制品的物理指标

项 目	指 标
体积密度(kg/m ³)	96,128,160
渣球含量(>0.25mm)	<10%
加热线收缩	1200℃、24h、<4%
纤维直径(μm)	2~4

2.1.5 允许使用温度不大于 1200℃的高铝耐火纤维制品的质量应符合如下要求,见表 2.1.5—1、表 2.1.5—2 所示。

表 2.1.5—1 高铝耐火纤维制品的化学成份

化学成份	含量(%)
Al ₂ O ₃	52~55
Al ₂ O ₃ +SiO ₂	≥99
Fe ₂ O ₃	≤0.2
K ₂ O+Na ₂ O	≤0.2

表 2.1.5-2 高铝耐火纤维制品的物理性能

项 目	指 标
体积密度(kg/m³)	96、128、160
渣球含量(>0.25mm)	<10%
加热线收缩	1400℃、24h、≤4%
纤维直径(μm)	2~4

2.1.6 允许使用温度不大于1300℃的含锆耐火纤维制品的质量应符合如下要求,见表2.1.6-1、表2.1.6-2所示。

表 2.1.6-1 含锆耐火纤维制品的化学成份

化学成份	含量(%)
ZrO ₂	15~19
Al ₂ O ₃ +SiO ₂ +ZrO ₂	≥99
Fe ₂ O ₃	≤0.2
K ₂ O+Na ₂ O	≤0.2

表 2.1.6-2 含锆耐火纤维制品的物理性能

项 目	指 标
体积密度(kg/m³)	96、128、160
渣球含量(>0.25mm)	<10%
加热线收缩	1400℃、24h、≤4%
纤维直径(μm)	2~4

2.1.7 耐火纤维浇注料的分类按其使用的原棉的品种而定,制品体积密度为400~800kg/m³,制品的耐压强度大于0.5MPa,高温线收缩低于同档次纤维的数值。

耐火纤维浇注料用原棉的化学成份应符合 GB 3003、

GB/T 16400的标准规定及本标准表2.1.4-1、表2.1.5-1、表

2.1.6-1的要求。并且,耐火纤维浇注料用掺合料的耐火性能指标应优于相应的耐火纤维原棉的耐火性能指标,并不得损坏耐火纤维原棉的性能。

2.1.8 耐火纤维喷涂料的分类按其使用的原棉的品种而定,制品体积密度为200~350kg/m³。

耐火纤维喷涂料用原棉的化学成份应符合 GB 3003、GB/T 16400的标准规定及本标准表2.1.4-1、表2.1.5-1、表2.1.6-1的要求。

2.1.9 容量不同的各种耐火纤维制品的导热系数应按制品的制品的实测值确定。

2.2 锚固件

2.2.1 锚固件材料的选用一般应根据锚固件所处工作温度,以及是否直接与烟气接触而决定,可参照《化学工业炉金属材料选用规定》(HGJ 41)选用或按本标准表2.2.1的规定选用。

2.2.2 对采用含硫燃料的炉子,为防止烟气冷凝后硫酸腐蚀,必须对锚固钉(特别是根部)涂以耐腐蚀涂料。

2.2.3 锚固钉的安装必须符合《化学工业炉结构安装技术条件》(HG 20544)的有关要求。

锚固钉与炉壳钢板焊接前必须清除钢板表面的铁锈及油污。
2.2.4 锚固钉与炉壳钢板焊接时必须按图纸要求保证一定的焊缝长度,通常选用有折边的“L”型锚固钉,焊缝长度等同折边长度,对无折边的圆钢应一周满焊。

2.2.5 焊接用焊条应根据锚固件材料按《碳钢焊条》(GB/T 5117)、《不锈钢焊条》(GB/T 983)、《钢制化工容器材料选用规定》(HGJ 15)选用相应的焊条。

表 2.2.1 锚固件材料选用表

材料牌号	与 烟气直接接触条件 下允许使用温度 (℃)	不与 烟气直接接触条件 下允许使用温度 (℃)
Q-235A(B)、10、20	≤480	≤530
1Cr18Ni9	≤800	≤850
Cr25Ni12、Cr25Ni20	≤1000	≤1050
Cr25Ni35 INCONEL601	≤1100	≤1150
非金属材料 氧化铝、氧化铝、 碳化硅、氮化硅结 合的碳化硅等	>1150~1500	—

2.3 涂 料

2.3.1 用于直接受火面的纤维炉衬表面可涂以耐火保护涂料,以保护纤维材料和提高炉衬耐气流冲刷的能力。

2.3.2 耐火纤维表面上使用的保护涂料应能保证耐高温、耐冲刷、耐侵蚀、耐热震性能。

2.3.3 选用的耐火纤维表面保护涂料应与耐火纤维具有良好的粘结性,与耐火纤维粘结牢固,但不得产生网裂、不得对耐火纤维炉衬有腐蚀性。

2.3.4 对于高温、辐射传热为主的加热炉,纤维表面保护涂料宜选用有较高黑度的高辐射涂料,以起到强化炉内传热的作用。此涂料的高辐射性能必须是长期有效、不易衰减。

2.3.5 涂料采用喷涂或涂刷方法施工,宜采用喷涂法。

2.3.6 涂料的牌号及其有关性能,可根据纤维生产厂的经验及涂料生产厂的经验确定,且必须与使用的耐火炉衬材料及相应的炉温适应。

2.4 粘 贴 剂

2.4.1 用于粘贴纤维的粘贴剂应同时具有常温和高温度两种性能。
2.4.2 纤维贴面使用的粘贴剂,可采用以磷酸盐、硅溶胶、水玻璃及铝胶为调和液配制的粘贴剂等品种。

2.4.3 对于水玻璃质的粘贴剂,其使用温度不得高于 800℃,且不得用于酸性耐火材料上。

2.4.4 磷酸盐质粘贴剂宜采用磷酸铝为调和液,不宜采用铝胶调高的双氢磷酸铝。

2.4.5 高温下使用的纤维粘贴剂可采用铝胶质调和液配制的粘贴剂。

3 耐火纤维炉衬设计原则

必须考虑耐火纤维在各种气氛中的导热系数的变化。

3.0.9 对于不同纤维炉衬的结构,在设计时有各自不同的要求,有关设计原则应符合本标准第4章的规定。

3.0.1 耐火纤维炉衬不得直接用于高温气流冲刷严重的部位。

3.0.2 直接用于热面的耐火纤维炉衬根据使用的工况,在纤维表面可喷涂保护涂料。

3.0.3 在微氧化的工业炉窑中,普通硅酸铝耐火纤维制品、高纯耐火纤维制品、高铝耐火纤维制品及含锆耐火纤维制品的连续使用使用温度见本标准表2.1.1所示。应考虑耐火纤维及其制品所处的环境气氛对使用温度的影响。在氧化气氛下耐火纤维连续使用温度要比分类温度低 $100\sim 200^{\circ}\text{C}$;在还原气氛下耐火纤维连续使用温度要比分类温度低 $200\sim 250^{\circ}\text{C}$;在真空气氛下耐火纤维连续使用温度要比分类温度低 $400\sim 450^{\circ}\text{C}$ 。

必须注意同样的材料、结构、不同的燃料的工况下,耐火纤维的使用温度是不同的。

3.0.4 对于含硫炉气在衬里层与炉壳之间的情况,应在炉壳钢板内表面涂以耐腐蚀涂料。

3.0.5 对于含腐蚀性炉气及炉气易穿透纤维层的情况,在全纤维炉衬层与炉壳之间,应设置防窜气的折流板或金属隔膜。

3.0.6 为降低炉子造价,宜合理而有效采用耐火纤维。在炉衬的低温部位,也可采用其它廉价的绝热材料。

3.0.7 对多孔性无膨胀力的耐火纤维炉衬,在钢结构的设计中,不应考虑炉衬因热膨胀产生的应力。

3.0.8 炉衬厚度必须根据热面与冷面的温度及炉衬材料的热物理性能,并按照《化学工业炉耐火、隔热材料设计选用规定》(HGJ 40)及《化学工业管式炉传热计算设计规定》(HG/T 20525)进行计算确定。

4 常用耐火纤维炉衬结构

4.1 层铺式耐火纤维炉衬

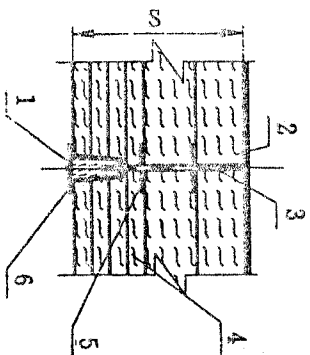
4.1.1 层铺式耐火纤维炉衬应根据炉衬厚度方向上温度的变化,用不同材质纤维制品组成,以降低筑炉费用。

4.1.2 层铺式耐火纤维炉衬可由矿渣棉、岩棉、玻璃棉制品、普通硅酸铝耐火纤维作保温层,耐火纤维制品作耐火层,各层纤维制品,可采用耐热钢锚固件或耐高温瓷锚固件固定于炉壳钢板上。

4.1.3 层铺式耐火纤维炉衬,宜使用大尺寸针刺的耐火纤维毯,或大尺寸毡作层铺,以减少接缝。

4.1.4 层铺式耐火纤维炉衬,应采用与炉温相适应的耐热锚固件。常用的耐热钢锚固件材料按本标准第2.2节的规定采用。

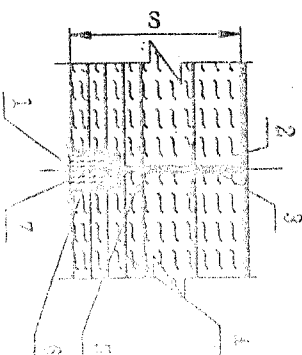
4.1.5 层铺式耐火纤维炉衬采用的金属锚固件型式如图4.1.5—1~3所示。其中陶瓷杯固定可用于炉温较高、衬里层较厚的场合,且杯内应均匀填充保护锚固钉的耐火纤维,并用帽盖封住,对压盖螺母结构,宜用陶瓷螺母,但较低温度也可用金属垫圈和螺母;使用转卡压盖式结构时,温度不宜过高。



(a) 陶瓷杯转卡固定结构

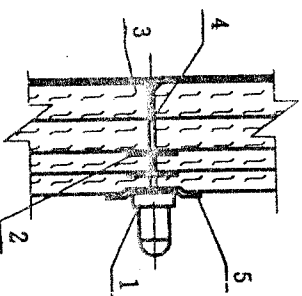
图 4.1.5-1

- 1——陶瓷杯盖;2——背衬;
3——锚固钉;4——耐火纤维毯;
5——快速夹子;6——陶瓷杯。



(b) 陶瓷杯压盖固定结构

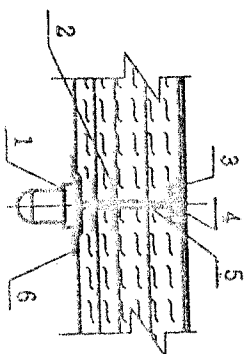
- 1——陶瓷杯盖;2——背衬;
3——锚固钉;4——耐火纤维毯;
5——快速夹子;6——陶瓷杯;
7——垫圈。



(a) 螺母(陶瓷螺母)固定结构 1

图 4.1.5-2

- 1——螺母;2——快速夹子;
3——耐火纤维毯;4——锚固钉;
5——垫圈。



(b) 螺母(陶瓷螺母)固定结构 1

压盖螺母固定

- 1——螺母;2——快速夹子;
3——耐火纤维毯;4——厚螺母;
5——锚固钉;6——垫圈。

4.1.7 为避免因纤维收缩使炉衬产生贯通缝隙,接缝两旁纤维制品应采用搭接结构,搭接长度宜为 100mm,搭接方向应顺气流方向,不得逆向,见图 4.1.7。

层铺式耐火纤维炉衬应采用层间错缝铺设,各层间应错缝 100mm 以上。

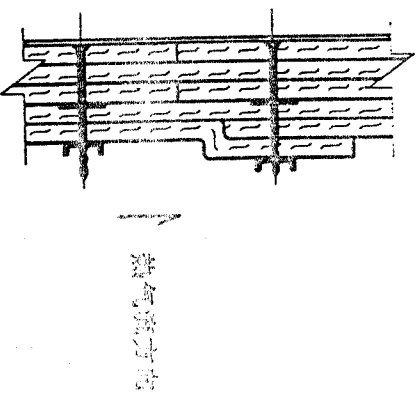


图 4.1.7 纤维炉衬接缝搭接结构

4.1.8 贴面纤维炉墙拐角处应采用圆角式,连接结构见图 4.1.8。

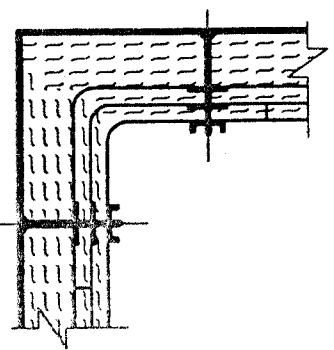


图 4.1.8 贴面纤维炉墙拐角圆角式连接结构

4.1.9 耐火纤维炉衬与砖砌体或其它耐火炉衬的连接应通缝通缝,以防止耐火纤维制品收缩和接缝扩大,造成热损失增加及钢结构损坏。见图 4.1.9—1~4 所示。

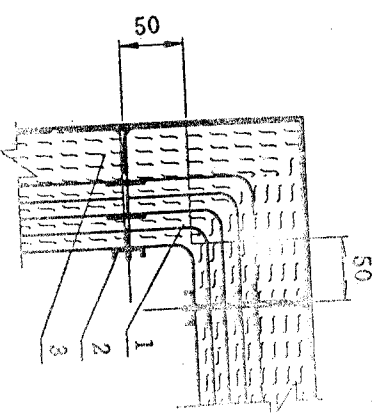


图 4.1.9—1 纤维炉墙拐角结构 I
1——耐火纤维;2——锚固件;3——隔热层。

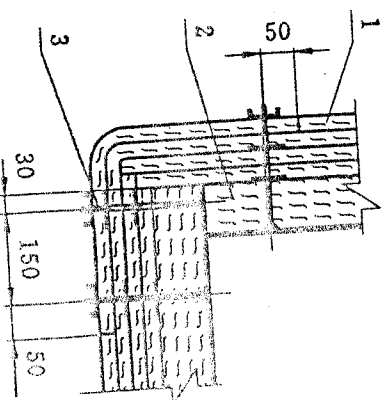


图 4.1.9—2 纤维炉墙拐角结构 II
1——耐火纤维;2——隔热层;3——锚固件。

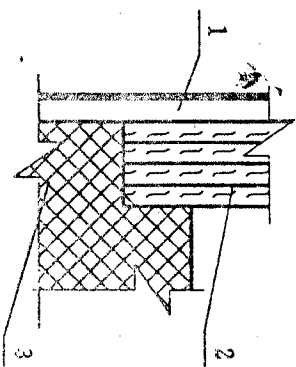


图 4.1.9-3 纤维炉衬与砖砌体连接结构
1——隔热层;2——耐火纤维;3——砖砌体。

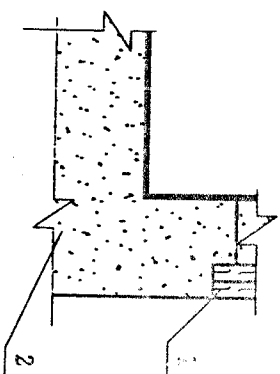


图 4.1.9-4 纤维炉衬与耐火浇注料连接结构
1——耐火纤维;2——耐火浇注料。

4.2 叠砌式(折叠式)模块结构炉衬

4.2.1 叠砌式(折叠式)模块结构炉衬应是将耐火纤维毯按一定宽度折叠成风琴状模块,然后将纤维折叠块加以一定量的预压缩,并必须在压缩状态下捆包起来,同时预埋锚固件组成组合件,再通过各种形式与焊在炉壳钢板上的金属锚固件连接固定,如图

4.2.1—1~3 所示。折叠式模块厚度取决于隔热要求,并按本标准第 3.0.8 的规定由计算确定。

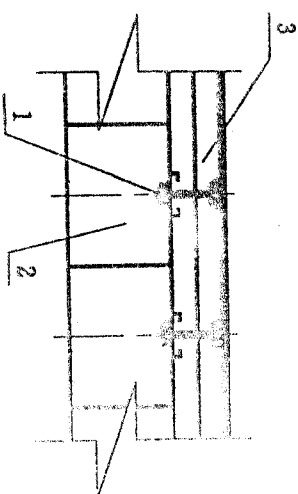


图 4.2.1-1 中心孔吊挂式模块结构
1——锚固件;2——模块;3——耐火纤维。

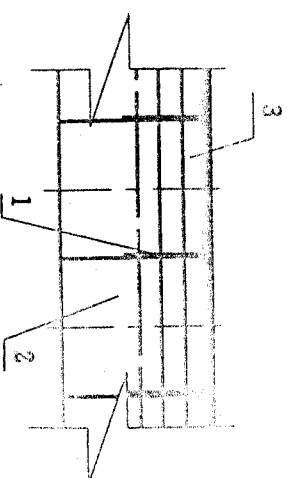


图 4.2.1-2 插刺式模块结构
1——锚固件;2——模块;3——耐火纤维。

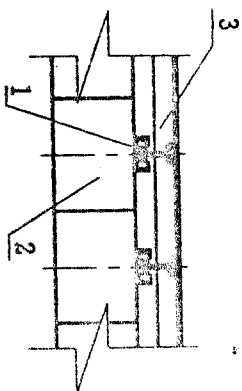


图 4.2.1-3 槽式模块结构

1——锚固件;2——模块;3——耐火纤维。

4.2.2 常用的组合件结构宜用容重为 $96\text{kg}/\text{m}^3$ 或 $128\text{kg}/\text{m}^3$ 的纤维毯折叠成组合件模块,折叠式模块的容重以 $200\text{kg}/\text{m}^3$ 左右为宜。

4.2.3 叠砌式(折叠式)模块结构,常用的应为中心孔吊装式、插刺式和滑槽式等,如图 4.2.3-1~3 所示。

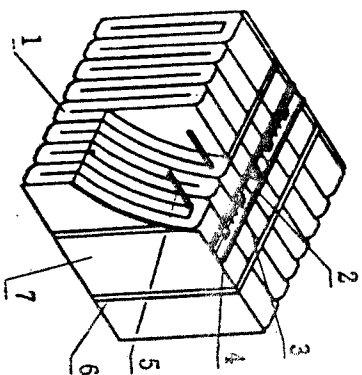


图 4.2.3-1 中心孔吊装式模块结构

1——纤维毯;2——钢夹;3——压紧件;
4——安装槽;5——支承棒;6——捆扎带;7——硬板。

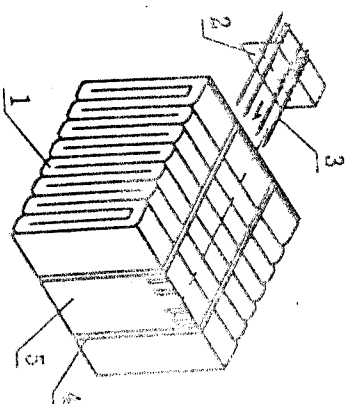


图 4.2.3-2 插刺式模块结构

1——纤维毯;2——角钢;3——支承棒(插齿);
4——捆扎带;5——硬板。

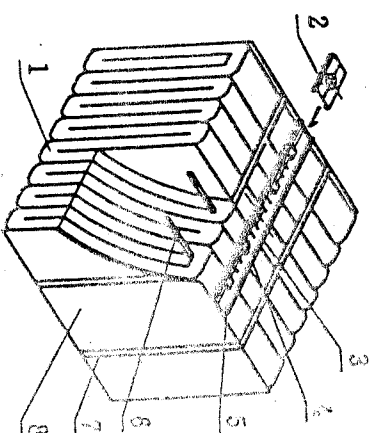


图 4.2.3-3 滑槽式模块结构

1——纤维毯;2——滑槽;3——钢夹;4——压紧件;
5——安装槽兼滑轨;6——支承棒;7——捆扎带;8——硬板。

4.2.4 叠砌式(折叠式)模块结构炉衬的金属锚固件,可分为两部分,一部分是折叠式模块本身组零件,另一部分是焊于炉壳上的金属锚固件。模块锚固件的材质按本标准 2.2 的规定采用。

4.2.5 叠砌式(折叠式)模块结构炉衬的锚固件布置应由模块结构及其尺寸确定。

4.2.6 叠砌式(折叠式)模块结构炉衬,对于沿折叠方向顺次同向排列型式,不同排之间纤维收缩缝必须用相应的纤维毯经对折压缩挤紧,以补偿收缩。这种结构用于炉顶时,必须用耐热合金“U”形钉使纤维毯与折叠块固定,见图 4.2.6。“U”形钉材料也按本标准 2.2 的规定采用。

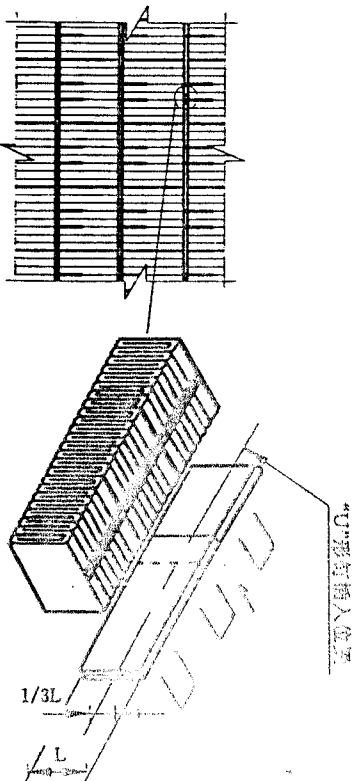


图 4.2.6 模块单向排列型式

4.2.7 叠砌式(折叠式)模块结构炉衬,对于拼花地板式排列型式,必须严格保证相邻模块相互抵消收缩量,特别应避免模块交叉角处的窜气缝,见图 4.2.7。

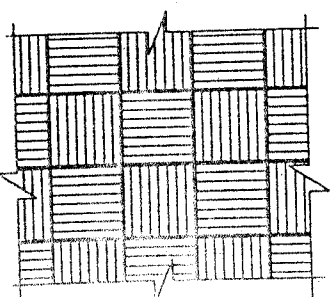


图 4.2.7 模块拼花地板排列型式

4.2.8 折叠块与砖砌体或其它耐火炉衬的连接处,如果是垂直方向的非折叠方向,则必须考虑避免因耐火纤维制品的收缩使垂直缝线扩大,把纤维毯对折挤压进直通缝隙中,见图 4.2.8—1、图 4.2.8—2,以防止造成热损失增加及钢结构损坏。

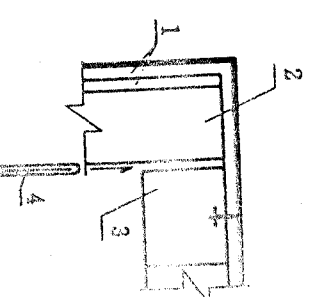


图 4.2.8—1 模块非折叠方向拐角型式 1——背衬;2——砖砌体;3——模块;4——耐火纤维毯。

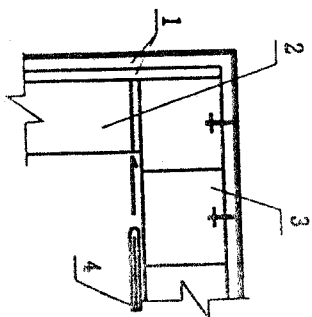


图 4.2.8-2 模块非折叠方向拐角型式 1
1——背衬;2——砖砌体;3——模块;4——耐火纤维毯。

4.3 贴面式耐火纤维炉衬

4.3.1 贴面式耐火纤维炉衬宜用于老炉子的节能改造及用于其它炉衬材料表面免受热冲击的隔热防护层。

4.3.2 纤维贴面层厚度应不超过 50mm,但最薄处不应小于 20mm。

4.3.3 对于要求抗气流冲刷的场合,不宜采用平贴式炉衬。

4.3.4 耐火纤维应粘贴于耐火砌体热面。

4.3.5 过期变质的粘贴剂严禁使用。

4.3.6 直接关系到贴面炉衬寿命的被贴砖壁表面应平整和完好。粘贴前,被贴砖壁面的疏松部分必须彻底铲除、修补平整、消除积灰和污物,并用粘贴剂刷砖壁,使其润湿后再粘贴。

4.3.7 对立贴式炉衬的毡块(由若干毡条组成),在砌筑时应按 15%~20%的预压缩量予以压紧,见图 4.3.8 所示。

4.3.8 立贴式炉衬在施工时,粘贴剂应涂抹均匀饱满。毡条宽度应均匀,砌筑后的墙面应平整,各连接部位严禁有间隙存在。

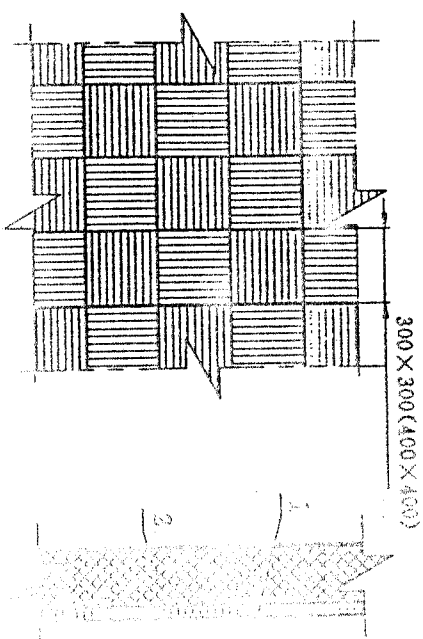


图 4.3.8 立贴式
1——耐火纤维毡;2——耐火砖或耐火浇注料。

4.4 不定形耐火纤维炉衬

4.4.1 不定形耐火纤维炉衬可分为耐火纤维浇注料和耐火纤维喷涂料。

4.4.2 耐火纤维喷涂料的原棉必须经过处理,原棉应为膨胀棉,且纤维长度应不大于 20mm。

4.4.3 耐火纤维浇注料炉衬或耐火纤维喷涂料炉衬的设计应根据炉衬厚度方向上温度的变化,合理选用不同档次的耐火纤维棉。

4.4.4 采用厚度大于 70mm 的耐火纤维浇注料炉衬或耐火纤维喷涂料炉衬时,必须用与使用温度相适应的耐热钢锚固件或合金丝网加以锚固。特别是在炉顶部位,必须在锚固钉之间另用细合金钢丝缠绕呈网状锚固。

4.4.5 锚固钉型式有“Y”型和“V”型,其中耐火纤维喷涂料应用“V”型锚固钉。对厚度小于 65mm 的耐火纤维浇注料衬里,宜用锚固网,耐火纤维喷涂料衬里则不宜用锚固网结构。

4.4.6 用在炉墙上的锚固钉中心距不应大于 300mm;用在炉顶上的锚固钉中心距不应大于 225mm;见表 4.4.6。锚固钉应采用交叉错布置,见图 4.4.6。对于耐火纤维浇注料炉衬,相邻二个锚固钉头部的扳边方向,也应交叉;对于耐火纤维喷涂料竖墙炉衬上的锚固钉,钉子头部扳边方向宜呈水平线。

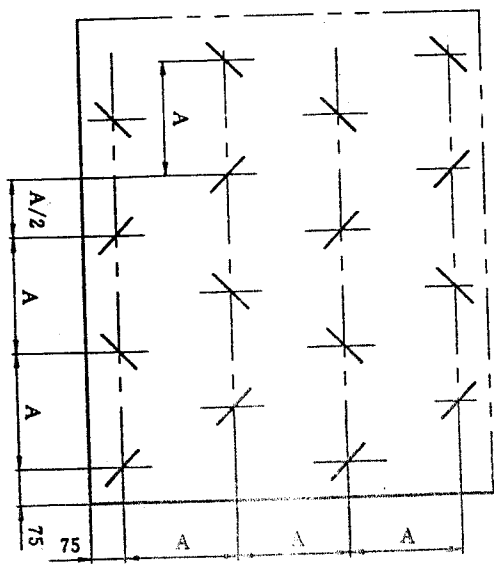


图 4.4.6 锚固钉布置图

表 4.4.6 不定形耐火纤维炉衬锚固钉布置

锚固钉长度 (mm)	锚固钉间距 A(mm)			每平方米锚固钉数量	
	竖墙	炉顶	炉底	锚固钉间距 A(mm)	数量 (个)
38	200	115	300	115	75.7
				150	44.5
50	225	150	300	200	25
65	250	150	300	225	19.7
				300	11.1
>65	300	225	600	500	2.5

- 4.4.7 锚固钉的选材按本标准 2.2 的规定采用。
- 4.4.8 锚固钉的长度应占整个喷涂厚度的 3/4;对于耐火纤维浇注料,锚固钉长度应占整个浇注厚度的 2/3。锚固钉顶端距衬表面应为 15~35mm。
- 4.4.9 被施工表面应无焊渣、浮锈、疏松氧化皮及油污,并严禁用水冲洗。在旧炉衬上施工时,必须用钢丝刷彻底清理原衬里表面,除去所有灰尘和油污,凡已粉化的原衬里表面均必须剔除。
- 4.4.10 耐火纤维浇注料施工时必须注意:
 - 1 严禁使用过期及包装不完整的促凝剂。
 - 2 施工结束后,必须自然养护 24h,才可脱模。
- 4.4.11 耐火纤维喷涂料施工必须注意:
 - 1 炉顶部位每层喷涂厚度大于 70mm 时,必须安装快速夹子,钢丝缠绕成网状结构或大垫圈、压紧螺母或采用其它方式进行层间固定。
 - 2 严禁重复使用喷涂中的回弹料。
 - 3 喷涂衬里表面在保证平整与无明显缝隙的前提下,严禁抹

面,但施工后可用平板适当将衬里表面压实。

4 对直接用于热面的耐火纤维喷涂料,其表面宜用专用涂料加以保护,以提高表面强度。

4.5 复合结构炉衬

4.5.1 复合结构炉衬应根据炉温、工作面环境等综合工况设计炉衬厚度,热面、背衬可采用不同材质不同形态的材料,同时必须兼顾到施工与维修的方便,达到物尽其用、经济而合理。

4.5.2 不同工况的工业炉窑其热面、背衬组合的复合结构炉衬可有多种不同方式,部分实例如图 4.5.2—1~图 4.5.2—7 所示。

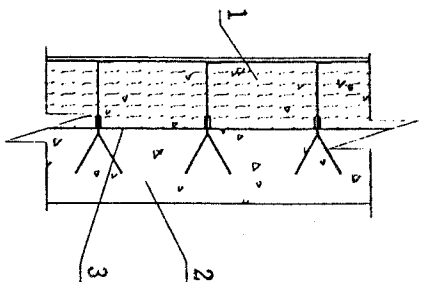


图 4.5.2—1 复合结构型式 I
1——耐火纤维喷涂料;2——耐火浇注料;3——防水塑料纸。

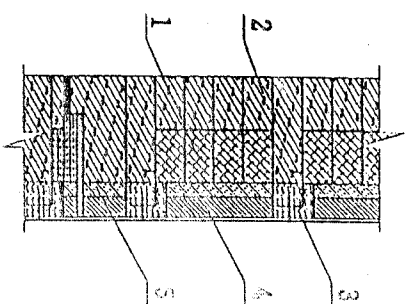


图 4.5.2—2 复合结构型式 II
1——耐火绝热砖 23#;2——耐火绝热砖 28#;3——耐火纤维;
4——普铝纤维喷涂料;5——高铝纤维喷涂料。

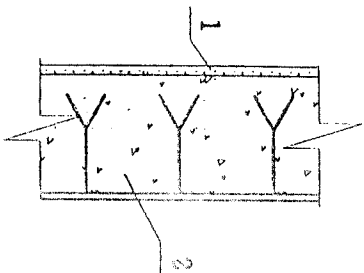


图 4.5.2—3 复合结构型式 III
1——耐火纤维喷涂料;2——耐火浇注料。

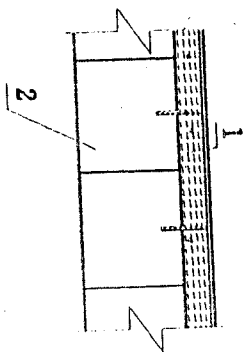


图 4.5.2-4 复合结构型式 IV
1——背衬; 2——模块。

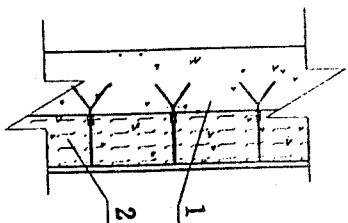


图 4.5.2-5 复合结构型式 V
1——耐火浇注料; 2——耐火纤维浇注料。

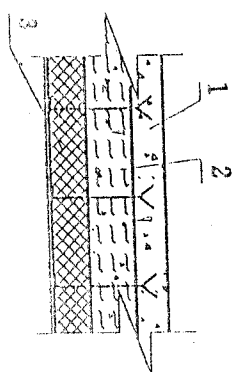


图 4.5.2-6 复合结构型式 VI
1——耐火浇注料; 2——耐火纤维浇注料; 3——保温层。

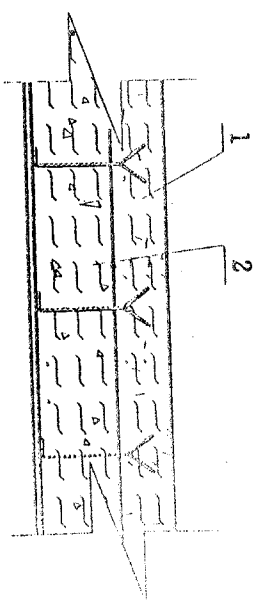


图 4.5.2-7 复合结构型式 VII
1——高铝耐火纤维浇注料; 2——普通耐火纤维浇注料。

4.5.3 对于背衬采用耐火纤维、面层采用其它不定型耐火纤维材料的结构,应在耐火纤维表面上覆盖一层防水塑料纸,然后再将锚固钉的垫圈、带钉螺母按图将其压紧。

4.5.4 复合纤维炉衬用的锚固件材质按本标准表 2.2 的规定选用。锚固钉应选用衬里施工制模时可拆卸的组合锚固钉。对于炉底的浇注料用锚固件,则不应应用组合式的锚固钉。

附录 A 本规定用词语说明

为在执行本标准条文时区别对待,对执行标准严格程度的用词说明如下:

- A.0.1 表示很严格,非这样不可的用词:
正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;
- A.0.2 表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:
正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;
- A.0.3 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:
正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;
表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

化学工业炉耐火纤维炉衬设计技术规定

HG/T 20642—98

条文说明

1 总 则

1.0.1 原耐火纤维炉衬设计技术规定(CD 132A20—87)出版使用至今已整整十年了,近十年来耐火纤维材料品种有所发展,应用技术不断完善,因此有必要对原技术规定的内容加以补充和修正,以适应化学工业炉技术水平的发展和提高。

1.0.2 本规定提出适应于炉膛温度不大于 1300℃的一般化学工业炉窑耐火纤维炉衬,是基于含锆耐火纤维已经可以生产,并经过长期使用的实践证明,用于不大于 1300℃是切实可行的。至于能用于更高温度的莫来石纤维、氧化铝纤维,虽然也有制品,但产量小,价格昂贵,尚未大量推广使用,故未予列入。

1.0.3~1.0.4 炉衬设计根据工况而定,是指由各种类型的工业炉所处温度、气流速度等工况及炉型结构等综合条件来选择耐火纤维材料及炉衬结构。即以安全可靠经久耐用为主要原则,并考虑炉子整体造价,以及结构材料在该炉子上施工安装、检修方便等因素。

1.0.5 关于耐火纤维的国家标准,曾在1982年颁布了GB 3003标准,它适用于湿法毡制品。最近出版的GB/T 16400标准,是针对绝热保温用硅酸制品而制定的。作为耐火纤维的国家标准,本规定应遵照执行,本标准作为化工行业标准,比上述国家标准要求高,能满足化工炉窑的要求。

1.0.6 所列相关标准是为了便于查阅有关的标准。

2 耐火纤维炉衬材料及辅助材料

2.1.1 对耐火纤维材料种类及使用温度进行分类是本规定对原CD标准补充、完善的一个重要方面。原CD 132A20—87仅列出普通硅酸铝耐火纤维及高铝耐火纤维。根据国内外多年的应用实践证明,高纯耐火纤维是一种较好的材料,它采用纯净的 Al_2O_3 和 SiO_2 料配制,杂质少,高温性能良好,使用温度提高很多。再有含锆耐火纤维的开发与应用,使纤维材料的使用温度高达1300℃,大大扩大了耐火纤维在工业炉上的应用。

耐火纤维材料的允许使用温度是炉衬设计选材的最重要依据。表上所列出的是在氧化气氛条件下使用,并且分别列出了连续(长期)使用与短时使用的区别。“短时”使用温度是指材料所承受的极限温度,该温度是以此材料24h加热线收缩值达到4%的温度来确定的。通常将此温度称为材料的分类温度或称为牌号温度。有时叫作最高使用温度。实际上在此温度下使用,纤维损坏很快,寿命很短,显然该温度绝不能作为工业炉连续使用温度。“连续”使用温度即长期允许使用温度,该温度的确定至今尚无统一的说法,国内外均无定义和标准可循。从理论上讲在长期工作温度下,纤维晶体没有发生明显的变化,晶粒生长不大,亦无多少方石英出现,线收缩小,纤维仍富有弹性,即纤维性能稳定,这样可长期安全使

用的温度就是长期允许使用温度。该温度显然要比上述短期使用温度低得多。在氧化性气氛条件下,长期允许使用温度可取比短期最高使用温度(分类温度)低100~200℃;在还原性气氛下则要低200~250℃。例如分类温度为1260℃型纤维(高纯硅酸铝纤维)的长期使用温度为1260℃—150℃=1110℃。故可确定为1100℃。也有资料介绍长期允许使用温度取加热线收缩不大于2%的温度。这样确定的长期使用温度与国外资料推荐的新标准(GB/T 16400—96)确定的几种纤维棉使用温度也是吻合的。当然在实际应用中还要考虑生产操作时的超温因素,以及要获得更长使用寿命还宜留有安全余量。鉴于此,本规定对普通硅酸铝纤维长期使用允许使用温度定为950℃,修正了原CD标准中规定的温度。

2.1.2 将耐火纤维制品形态加以分类、列表的目的是为了明确纤维的用途、应用范围更加明确地展现出来。这将有利于耐火纤维制品的推广应用。尤其是近年来新材料的出现,其应用领域大大拓宽了。故本条是对原CD标准、对GB 3003及GB/T 16400标准的补充。在介绍各类产品时也应提及不少场合纤维毡制品已逐步被纤维毯所替代了。

2.1.3~2.1.6 这些条文具体地给出了各种材料的理化质量指标。有必要说明的是本规定指出的材料理化指标与现行国家标准是有差别的。这点在本标准1.0.5中已经提及了。作为长期使用在直接受火的炉膛中的纤维材料,对其性能指标适当提高些是必要的。例如,对于纤维材料的加热线收缩值,本规定取24h测试数据,明显高于现行国家标准和企业标准,对测试工作也带来了一些困难。这是鉴于纤维材料在6h短时间内,未能反映纤维晶体变化的真实情况,一般经过24h高温试验,才基本体现出晶体的变化情况,再以后变化就缓慢了,故以此来测得材料的加热线收缩值,能真实衡量材料的性能。目前国际上均取24h的加热线收缩值,所以无论从制品质量的衡量,还是与国际接轨,便于以国产材料替代国外产品而言,这个指标的更改是必要的。此外,对于纤维材料化学

成份中杂质含量及渣球含量也作出了比国标严格的规定,这也是化工炉窑内长期使用要求。根据对几个生产厂的调研,征求意见后,表明这些指标是可以做到的。

2.1.7 耐火纤维浇注料是近来出现的新型不定形耐火材料,兼有耐火纤维与耐火浇注料所具有的一切优点,耐火纤维浇注料是生产厂特配的由各种耐火纤维原棉、掺和料、粘结剂及促凝剂组成的胶泥状料,可采用涂抹和浇注方法进行施工。经捣实、养护、脱模,再经表面修整,不需烘炉,即可升温使用。但目前仅有少数企业标准,尚无国标、部标。因现有的企业标准中体积密度差别较大、性能也有些不同,故暂不作出规定,使用时可参照企业标准选用。

2.1.8 耐火纤维喷涂料亦是近来出现的新型不定形耐火材料,比一般的耐火材料具有比较突出的优点,如施工方便、衬里施工劳动强度小等特点,在大型工业炉上应用越来越广泛。耐火纤维喷涂料的构成如下:首先在清理过的被喷涂表面涂刷粘附剂,然后将结合剂和耐火纤维原棉加入喷涂机连续喷涂。表面经轻轻压平整形即可。

2.1.9 导热系数是耐火纤维制品的重要物理性能,它是纤维炉衬设计的依据。但国标 GB 3003 未对此作出规定,在原 CD 标准中列出了容量为 $150 \sim 200 \text{ kg/m}^3$ 普通硅酸铝耐火纤维制品的导热系数数值。这既没有列出各种容量的准确数值,也没有列出不同材料的数值,使用不大方便。国标 GB/T 16400 虽然列出了不同容量下的导热系数数值,但仅对应一个温度点 ($500 \pm 20^\circ\text{C}$),对炉衬设计是远远不够的。本规定考虑到不同材料、不同容量、不同制品的导热系数数值是有差异的,认为准确的导热系数值须根据制品的实测值确定。在此条文说明中,图 1~图 5 列出了部分制品在不同容量下的导热系数曲线,该曲线是根据产品样本的数值求得,可作为设计参考。另外,不同种类纤维原棉的耐火纤维浇注料的导热系数差别不大。

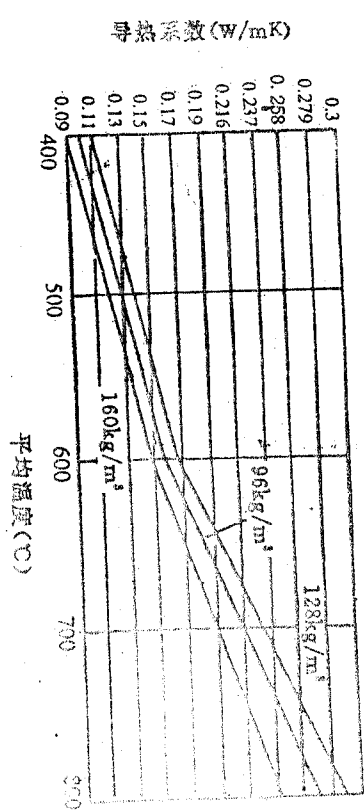


图 1 普通硅酸铝耐火纤维制品的导热系数

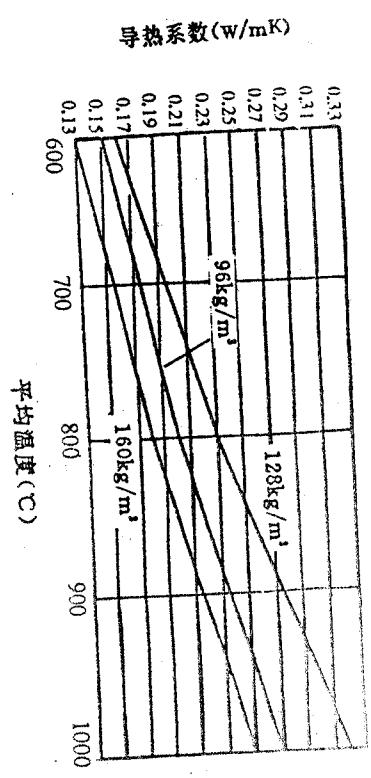


图 2 高纯硅酸铝耐火纤维制品的导热系数

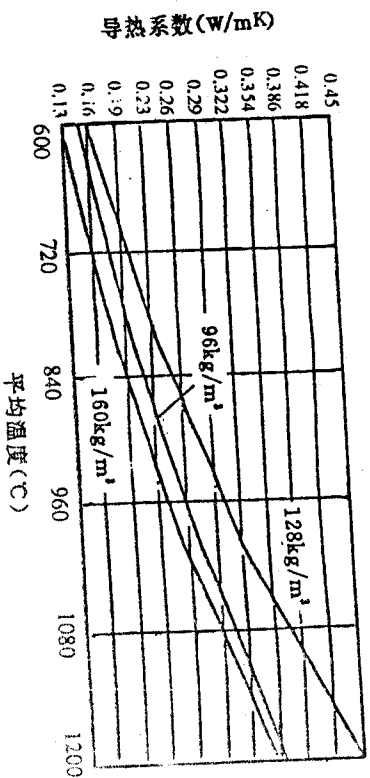


图 3 含钙硅酸铝耐火纤维制品的导热系数

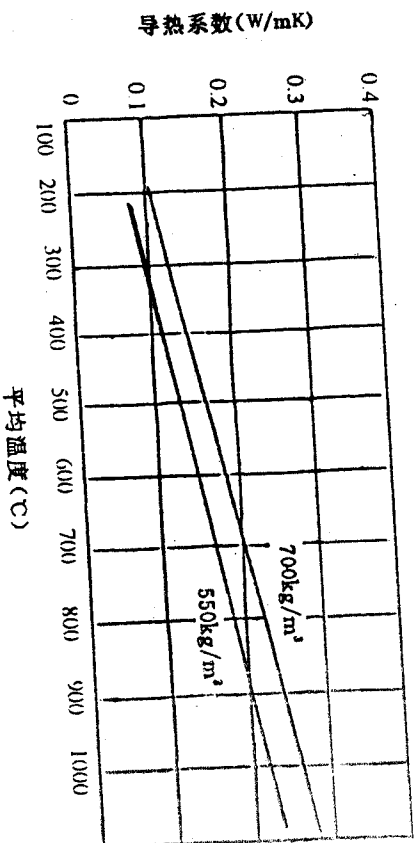


图 4 耐火纤维浇注料的导热系数

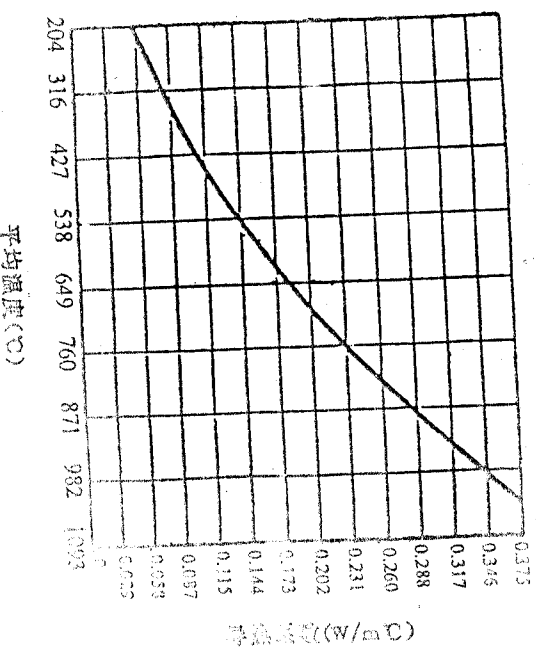


图 5 250~350kg/m³ 的普铝或高铝耐火纤维喷涂料的导热系数

2.2 锚固件作为耐火纤维应用时的辅助配套材料是必不可少的。锚固件材料选用是否得当,直接影响到炉衬的使用寿命,因此,在编写耐火纤维炉衬设计规定时,除对纤维材料本身有规定外,对作为辅助材料的锚固钉也提出相应的要求与规定,是必要的。

2.2.1 鉴于本规定是用于一般的化学工业炉窑,故确定材质的主要依据是按材料所处的温度而定。也就是指材料在微氧化条件下,按材料耐热抗氧化的性能而定的。

2.2.2 对于采用含硫燃料的炉子,由于燃烧后会产生硫酸腐蚀问题,因此须对锚固件及炉壳钢板内表面采取防腐措施,通常是采用耐热防腐涂料加以保护。

2.2.3~2.2.5 这几条是为保证锚固钉与炉壳板焊牢,以保证炉衬锚固件的可靠性而制定的具体要求。

2.3.1 保护涂料用于耐火纤维表面可大大地提高耐火纤维的抗

气流冲刷能力,并延长了纤维的使用寿命。因此对用于炉衬热面的纤维材料,为提高抗气流冲刷能力及保护纤维材料本体二个作用,推荐采用耐火纤维保护涂料。所以,本规定也将它作为耐火纤维材料的辅助材料。

2.3.2~2.3.3 鉴于目前保护涂料在国内尚无统一的国标、部标,市场上的产品也是各企业自行开发研制的,本规定仅对涂料的使用特性提出若干原则要求,以供设计和使用者优先选用产品时参考。

2.3.4 高黑度涂料是近年作为推广应用的一种材料,它不仅可起到普通涂料保护纤维本体的作用,还可强化炉内辐射传热。对于高温加热炉,特别是双辐射式加热炉,高黑度涂料涂于纤维表面对强化传热的作用,在理论上及实践上都是肯定的。然而有必要指出的是,以前曾研制使用过的,以碳化硅为主要成份的高辐射涂料,随着使用时间的延续,高黑度的碳化硅会有所损失,明显减弱了辐射能力。为此提出了涂料的高辐射性能必须具有长期有效、不易衰减的要求。

2.3.5 由于喷涂方式比较均匀、效率高,故推荐以喷涂施工为好。

2.3.6 耐火纤维保护涂料的选用应与所处炉内温度、气氛及被涂耐火纤维材料相适应。

2.4.1 耐火纤维粘贴剂不仅要顾及施工时具有粘贴强度,更重要的是在高温上具有粘结强度,才能保证长期经久耐用。

2.4.2 由于水玻璃在高温下会发生糊化,故不能用于高温场合。又由于水玻璃呈碱性,不能用于酸性耐火材料上,以免耐火材料发生化学反应而损坏衬里材料。

2.4.3 由于较多工厂采用双氢磷酸铝为粘贴剂,该材料的酸性高,易腐蚀纤维本体及被粘贴的衬里材料,因此建议采用酸性较小的磷酸铝代替双氢磷酸铝。

2.4.4 由于铝胶在高温下形成稳定的 α -氧化铝陶瓷结构,具有相当高的结合强度,且耐高温性好,还没有磷酸的腐蚀性,故本规定推荐了铝胶质粘贴剂,使用于高温下更为安全可靠。

3 耐火纤维炉衬设计原则

3.0.1 在原CD 132A20—87规定中提及了耐火纤维炉衬不得用于高温气流冲刷严重的部位,并规定了层铺式用于气流速度不大于 10m/s ;叠砌式不大于 15m/s 的场合。这对无涂料保护的层铺式和叠砌纤维炉衬仍然可以适用,在此条文说明中加以补充说明。

随着耐火纤维制品种类的发展,已有了较高强度的纤维预板及耐火纤维浇注料等新品种,并且有涂料的保护作用,这为大大减轻纤维炉衬耐气流冲刷的能力。因此本规定不便于硬性规定纤维炉衬的使用条件,而根据实际采用的材料及炉内工况确定。

3.0.2 由于保护涂料的应用对纤维本身具有良好的保护作用,并能提高炉内抗气流冲刷和抗侵蚀能力,故提出依据使用工况,对纤维表面喷涂保护涂料的建议。

3.0.3 本条规定提出了不同品种的耐火纤维材料在一般化学工业炉窑上允许的长期使用温度,并提出了通常在微氧化气氛条件下与还原性气氛中的不同。材料的允许使用温度无疑是选材的最重要的依据。不少纤维炉衬的损坏,往往是超温使用的结果。

本条中还提及相同材质不同结构,使用温度有所不同的情况,如层铺式炉衬结构的材料要比折叠式模块结构材料使用温度要低些(可以认为低 50°C 左右);不同工况也有所区别,例如,燃油炉子比燃气炉子使用温度也要低些。

3.0.4 对使用含硫燃料的炉子,由于会对炉壳板及锚固件根部产生低露点腐蚀,故须涂以耐腐蚀涂料。应注意所选用的涂料应能承受炉壳壁可能达到的温度。

3.0.5 该条所指的腐蚀炉气并非本标准3.0.4所指的含硫燃料产生的炉气,而指其它腐蚀性气体,穿过“多孔纤维”层沿壁流动,会损坏炉壳板或使炉壳板温度过高,故建议采用防窜气措施。

3.0.6 为了降低炉子造价,应采用经济的设计。可采用其它材料作为复合层,如矿棉、岩棉,也可采用低档次耐火纤维制品。

3.0.7 耐火纤维在高温下只会收缩,不会膨胀,且为软性材料,因此耐火纤维炉衬不会对钢结构产生附加应力。

3.0.8 炉衬厚度是炉衬材料选定之后,根据炉膛炉衬热面温度、炉壳板允许温度,经传热计算确定,材料的导热系数参见本标准2.1.9规定,但需注意在有氢气气氛中,纤维的导热系数有很大不同。在 $N_2 50\%$ 、 $H_2 50\%$ 气氛中,耐火纤维导热系数要比在空气中大一倍;在 $100\% H_2$ 气氛中,比在空气中要大二倍。

3.0.9 炉衬的设计原则将针对不同的炉衬结构有更具体的要求,这将在炉衬结构中分别叙述。

4 常用耐火纤维炉衬结构

4.1.1 层铺式耐火纤维结构,其最主要的优点就是可以根据不同温度要求,选用不同档次的材料,以降低炉衬造价,因此作为首条内容加以说明。

4.1.2 本条是对4.1.1的进一步说明,且提出了廉价的非纤维材料的应用。也把低档纤维材料与其他材料一起列出,可作为保温材料,这是因为近来已开发了廉价的低容重纤维制品,可以取代某些其他材料。

4.1.3 由于针刺毯的普遍应用,并且有大尺寸毡,可取代小块毡,这种可减少接缝,有利于绝热。

4.1.4 锚固件选用是否得当直接影响层铺结构的牢固性,故再次提及锚固件材料的选用。

4.1.5 该条给出了几种层铺结构的典型结构,其中图4.1.5-1是用于炉温较高、炉衬较厚的场合,为了保护金属锚固件免受高温,采用了陶瓷杯结构,并以纤维桶隔热,且用盖子将陶瓷杯盖住,

以防隔热的纤维脱落。

转卡式陶瓷杯结构施工不当,陶瓷杯易脱落,宜采用图4.1.5-1(b)螺母固定结构。

图4.1.5-2适用于温度稍低,金属锚固钉可以承受的情况。考虑到金属锚固钉头部尖端露在炉内易刺伤人,故推荐图示的带圆头的陶瓷螺母,由它压紧陶瓷垫圈,还可适当保护金属锚固钉免受高温,且此结构外观尚好。

图4.1.5-3是以前国外设计较多采用的金属转卡压盖结构。转卡结构虽然安装简便,但如上所述,若有松动易脱落,且锚固钉尖端在外易伤人。

除以上几种图例之外,还有不少其他结构,如采用全陶瓷件的非金属锚固件结构,它可适用于高温炉衬上。但由于叠砌式模块结构的出现,以及全陶瓷件的牢固性较差,故没有将此结构推荐出来。

4.1.6 层铺式耐火纤维炉衬锚固钉间距布置要合理,以保证层铺的牢固性,特别是边缘离钉子的尺寸不宜过大。层铺结构损坏的常见原因之一就是未能按规定要求合理布置锚固钉,或施工时未按图纸要求。因此本条加以规定,并以图示例。

本条规定锚固钉在炉顶部位的中心距为275mm,是指耐火纤维制品的长度为1200mm而言。对其它长度尺寸的制品,在炉顶部位锚固钉中心距的尺寸仍应按《工业炉砌筑工程施工及验收规范》(GBJ 211)、《化学工业炉砌筑技术条件》(HG 20543)中规定的,不大于250mm加以确定。

4.1.7 因纤维材料在高温下不是热胀冷缩,而是受热后收缩,因此为避免受热后出现缝隙,要求施工时进行预压缩以补偿高温下的收缩。毯子在外层采用搭接结构,可以减少收缩缝的影响。

4.1.8~4.1.9 对具体炉衬结构给出了图例,以供设计参考。4.2 叠砌式(折叠式)纤维模块结构,由于实践证明结构牢固,经久耐用,近年来应用广泛,不少已取代了层铺式结构,尤其是高温

炉窑、气流冲刷较大的炉子,宜采用此种模块结构。

4.2.1 该条文概述了模块的制作和安装方式。

4.2.2 提出了制作模块的纤维毯制品的较佳规格,并具体地明确了由此材料组成模块的最佳容量。这兼顾了纤维毯压缩后的弹性和较好隔热性能二个方面因素。

4.2.3 叠砌式(折叠式)模块结构有很多形式,这里仅列出几种常用的结构,此外还有菱形插片式、横杆吊挂式等等,在此不一一列举。中心孔吊装式结构以前用得较多,此种模块要预埋中心套管,且安装就位后取出套管时会留出空穴,须适当填充纤维以免热气窜入损坏锚固件。为了克服此种结构不足之处,现较多推荐采用滑槽式结构及插刺式模块,这两种模块安装方便,结构牢靠。但施工至最后几块尚需采用中心孔吊装式模块加以固定。

4.2.4 该条文对锚固件加以说明,部分锚固件是需要预先组装在模块上的,此锚固件应由纤维模块供应商一并提供。且须注意其材质应符合本标准2.2的要求。

4.2.5 炉衬用锚固钉视模块结构及尺寸而定,设计者可根据设计要求自行确定,也可根据模块供应厂提供的结构形式及厂方建议确定。

4.2.6 由于模块的高温收缩,会在排与排之间产生缝隙,故设计时干脆预先留出一定缝隙,将纤维毯压缩后填入。当模块产生收缩时,被预压缩的毯子回弹补偿了收缩,从而避免出现缝隙,避免了高温烟气窜至背衬和炉壳板处。

4.2.7 模块采用拼花地板式排列是为了抵消模块非折叠方向产生的收缩,因此衬里表面较为严密,应该说该种结构较为可靠。只是因为以前模块质量不佳,尤其是制品在周边处挤压不够,安装时在四个模块交接处不够紧密。有时需要专门填塞纤维材料,否则该处易发生窜气现象。近来的供应商在模块制品外形尺寸及包装上做得相当好,在这种情况下,采用拼花地板式(图4.2.7)是较好的。

4.2.8 该条也是为解决耐火纤维高温收缩形成缝隙的补偿问题。

4.3.1 对贴面式耐火纤维炉衬的应用场合加以说明,有必要指出的是该结构除了常用于老炉子改造之外,还可以用于新炉子上,这主要是某些材料耐急冷急热性差,例如耐火浇注料,难以承受过大的热震冲击,故采用了一层贴面层,可大大改善炉衬的热稳定性。为此在本设计规定中加以补充说明。

4.3.2 纤维贴面层厚度主要受纤维本身强度的限制,过厚易脱落,故规定不大于50mm。过薄则隔热效果小,因此规定贴面层厚度不小于20mm。

4.3.3 由于平贴式炉衬易发生纤维分层,故对于有一定气流冲刷的场合是不适用的。通常的做法均是立贴。

4.3.4 由于纤维在高温下有良好的绝热性,粘贴于高温区等隔热效果明显。

4.3.5 过期变质的粘贴剂不能保证粘贴质量,故严禁使用。

4.3.6 粘贴表面清理干净及预先用粘贴剂涂刷是粘贴牢固的重要保证,故在此作强调。

4.3.7 粘贴炉衬的毡块需要压缩,是为了解决高温收缩问题。

4.3.8 对施工提出要求,以保证粘贴质量。

4.4.1 不定形耐火纤维炉衬是近年来开发的新一代耐火纤维制品。目前已经工业化的有纤维喷涂料及纤维浇注料。用这两种材料施工的炉衬整体性好,克服了传统纤维毡、毯制品不可避免有施工缝及因制品收缩导致热气外窜,降低隔热效果和影响使用寿命的缺点。同时该材料的抗气流冲刷能力强,尤其是纤维浇注料,它同普通轻质耐火浇注料一样,具有较高的强度,又有纤维的特性,故应用前景很好。

4.4.2 为避免耐火纤维卷起影响施工质量,宜用短纤维材料。

4.4.3 采用不定形纤维材料,能像层铺结构一样,可选用不同档次材料,达到合理用材的目的。

4.4.4 对于厚度较厚的喷涂料或浇注料炉衬,为保证结构牢固,

必须用锚固件固定。

4.4.5 该条提出了锚固钉的形式及适用性,对喷涂料而言,由于Y型钉头部易挂棉,会产生空穴,故不推荐使用,锚固网也不适用于喷涂料;对浇注料,则由衬里的厚薄来选用Y型钉或V型钉或锚固网。

4.4.6 对锚固钉的布置提出要求,以保证炉衬结构是必要的。

4.4.7 锚固钉的材料选用同其他耐火纤维炉衬结构一样,按本标准2.2的规定。

4.4.8 为保证衬里的牢固性,同时避免锚固钉头部过热,故作出了此项规定。

4.4.9 为衬里施工可靠耐用,对被施工面提出了要求。

4.4.10~4.4.11 分别对浇注料和喷涂料施工提出了要求。

4.5 复合结构炉衬

所谓复合结构炉衬是指不同材料复合或不同结构的复合。例如纤维材料可与浇注料、砖结构复合;层铺纤维或喷涂纤维与模块结构复合等等。严格地讲,层铺纤维中的多种不同材料组合及喷涂料或浇注料的不同材质组合也是复合炉衬,但这已在各自炉衬结构中作了叙述,在此不作为复合结构炉衬介绍。

4.5.1 提出了复合炉衬考虑的总原则,采取合理的组合,使之既安全可靠,又经济合理。

4.5.2 给出了常用的几种复合炉衬的应用实例

图4.5.2—1复合结构有较好的隔热效果,同时能承受较高的抗气、流冲刷能力。为防止浇注料失水,宜在两层材料间用塑料防水薄膜隔开,该结构宜用于烟道等尺寸、形状复杂且不易砌砖的场合。

图4.5.2—2是针对较高温度,且有气流冲刷的场合。

图4.5.2—3是用于基本以耐火浇注料为主的炉衬,目的是为避免浇注料遭受过大的冷热急变性,是为保护浇注料而采用的结构。

图4.5.2—4是用于高温炉顶衬里,以平铺或纤维喷涂料为背衬加上纤维模块,该结构既可减少高档模块材料的用量,又可提高炉衬的隔热性能。

图4.5.2—5结构适用于炉衬厚度有所限制,但隔热要求高,且炉衬表面有较高气流冲刷,要求炉衬有一定强度的场合。如炉子对流段部位的炉衬,通常会有上述各种要求。该结构施工方便,结构牢固,隔热性好。

图4.5.2—6是在炉温较高,又允许炉衬厚度较厚时可采用该结构,如炉底的衬里。

图4.5.2—7对于要求有良好隔热效果,同时具有一定强度时可采用双层纤维浇注料结构。如部分炉底或其他部位可采用高档纤维浇注料作面层,低档纤维浇注料作背衬,这样强度较好,隔热性又极好。

4.5.3 强调了在耐火纤维面层采用一般浇注料施工时需要防水层的措施,既防止纤维受潮,又防止浇注料失水。图4.5.2—1就是示例。

4.5.4 在提及锚固钉用材按本标准2.2的规定采用的同时,提出了某些复合炉衬对锚固件形式的要求。