

UDC
P

中华人民共和国行业标准

HG

HG/T 20676-1990

砖板衬里化工设备

1991-02-01 发布

1991-05-01 实施

中华人民共和国化学工业部 发布

目 录

1 总 论	(1)
2 砖 板	(2)
3 胶 泥	(3)
4 隔离层	(5)
5 衬里 结构设计与传 热计算	(6)
6 施工技术条件	(17)
附录A 各种砖板的物理机械性能和耐腐蚀性能表	(21)
附录B 砖、板和管材常用规格选用表	(26)
附录C 各类胶泥的物理机械性能和耐腐蚀性能表	(30)
附录D 常用胶泥配方	(33)
附录E 衬里传热计算实例	(36)
附录F 主要原材料的质量要求	(38)
编 制 说 明	(42)

中华人民共和国行业标准

砖板衬里化工设备

HG/T 20676—1990

主编单位：化工部设备设计技术中心站

吉林化学工业公司设计院

批准单位：中华人民共和国化学工业部

实施日期：一九九一年五月一日

全国化工工程建设标准编辑中心

(原化工工程建设标准编辑中心)

北京 2000

前　　言

根据化工部基建司的安排，由化工部设备设计技术中心站组织编制化工设备设计专业的设计标准和技术规定，作为指导设备设计和制造的部颁指令性技术文件。

«砖板衬里化工设备»对砖板衬里设计计算和技术条件作了规定。

本标准是在化工部原基建局颁发的化工设计标准CD 130 A11-85 «砖板衬里设备设计技术规定»和CD 130A12-85 «砖板衬里设备技术条件»的基础上修订而成。

本标准由吉化公司设计院徐家祥主编，王耀东校核，吴福生审核，王继学参加了部分工作。

在编制过程中进行了广泛的调查研究，总结了各化工设计单位多年来的设计经验，经征求意见、专人审查和技术委员会审查等阶段，最后定稿，由化工部设备设计技术中心站报部审批。

在执行本标准的过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料提供化工部设备设计技术中心站，以便今后修订时参考。

化工部设备设计技术中心站

一九九〇年十二月

1 总 论

1.1 范 围

1.1.1 本标准适用于设计压力不大于0.6MPa的钢制容器砖板衬里，也适用于其它类似的衬里。

1.1.2 本标准适用的设计温度范围根据衬里材料允许的使用温度确定。

1.1.3 本标准适用于下列四种砖板：

- (1) 耐酸瓷砖板；
- (2) 耐酸或耐酸耐温陶砖板；
- (3) 辉绿岩或玄武岩铸石板；
- (4) 不透性石墨板。

1.1.4 本标准适用于下列两类胶泥：

- (1) 水玻璃胶泥；
- (2) 树脂胶泥。

1.1.5 本标准不适用于下列各类衬里设备：

- (1) 用直接火焰加热的设备；
- (2) 受辐射作用的设备；
- (3) 经常搬运或受剧烈震动的设备；
- (4) 采用预应力砖板衬里的设备。

1.2 标准规范

1.2.1 衬里设备的钢壳及零部件的设计、制造和验收等，应遵守下列有关标准的规定：

- (1) GB 150-89《钢制压力容器》；
- (2) 《压力容器安全技术监察规程》1989；
- (3) JB 2880-81《钢制焊接常压容器技术条件》；
- (4) HGJ 33-91《衬里钢壳设计技术规定》。

1.2.2 砖板衬里设计除应符合本标准的规定外，还应遵守下列标准的有关规定：

- (1) HGJ 32-90《橡胶衬里化工设备》；
- (2) HGJ 23-89《铅衬里化工设备》；
- (3) CD 130A19-85《手糊法玻璃钢制设备设计技术条件》。

1.3 定 义

1.3.1 设计压力：设计压力系指在相应设计温度下，衬里设备内用以确定钢壳壁厚的压力。

压力容器按GB 150-89《钢制压力容器》的规定确定设计压力值。

1.3.2 设计温度：设计温度系指在正常操作情况和相应设计压力下，确定的衬里内壁表面可能达到的最高或最低温度。

1.3.3 隔离层：隔离层系指用于防止介质渗透砖板或胶泥缝直接腐蚀钢壳，从而在砖板层与钢壳之间设置的不透性材料层。

1.3.4 底层：底层系指砖板衬砌前，涂抹在金属或隔离层表面的涂料或稀胶泥层。

1.3.5 复合衬里：复合衬里系指由隔离层与砖板层所组成的衬里结构。

2 砖 板

2.1 总 则

2.1.1 选择砖板时，必须考虑砖板衬里的使用条件（如设计压力、设计温度、介质的腐蚀特性和操作特点等）、衬砌工艺以及经济合理性等。

2.1.2 各种砖板的物理机械性能和耐腐蚀性能可参照附录A。

2.1.3 砖板应符合表2-1所列标准的规定。砖、板和管材常用规格可参照附录B选用。

表2-1 砖 板 材 料 标 准

序 号	材料名称	标 准 号	备 注
1	耐酸瓷砖	GB 8488-87	
2	耐酸耐温陶砖	—	可参照苏Q/HG-189-86
3	耐酸瓷管	—	
4	耐酸陶管	—	
5	铸石板(板型)	JC 242-81	
6	铸石板(异型)	JC 243-81	
7	铸石管	—	
8	不透性石墨板	—	可参照HG 5-1319-80
9	石墨管	HG 5-1345-80	

2.2 耐酸陶、瓷砖板

2.2.1 耐酸陶、瓷砖板适用于各种氧化性酸、有机酸、有机化合物、大多数无机酸和无机盐溶液等作用的场合，但不应用于氢氟酸、氟硅酸、氟、热磷酸和热浓碱液等作用的场合。

2.2.2 耐酸陶、瓷砖板不应用于温差剧变的场合。

2.3 铸石板

2.3.1 铸石板适用于各种氧化性酸、有机酸、有机化合物、大多数无机酸和无机盐溶液以及低于100℃的稀碱液等作用的场合，但不应用于氢氟酸以及300℃以上磷酸和熔融碱等作用的场合。

2.3.2 铸石板适用于耐磨性能要求高的场合，但不应用于承受重物冲击和温差剧变的

场合。

2.3.3 铸石板衬里的异形结构部位应选用异型铸石板。

2.4 不透性石墨板

2.4.1 不透性石墨板适用于导热系数要求高和温差剧变的场合，但不应用于承受重物冲击的场合。

2.4.2 酚醛树脂浸渍或压型石墨板适用于大多数无机酸、有机酸、盐类、有机化合物及溶剂等作用的场合，但不应用于碱及氧化性介质等作用的场合。

2.4.3 呋喃树脂浸渍或压型石墨板适用于大多数无机酸、有机酸、盐类、有机化合物和碱性介质等作用的场合，但不应用于强氧化性介质等作用的场合。

2.4.4 水玻璃浸渍石墨板适用于大多数无机酸、有机酸、盐类、有机化合物和溶剂等作用的场合，但不应用于碱性溶液作用的场合。

3 胶泥

3.1 总则

3.1.1 砖板衬里化工设备常用的粘结剂为水玻璃胶泥和树脂胶泥。胶泥最高使用温度可参照表3-1。

表3-1

胶泥最高使用温度

种 类	名 称	最高使用温度，℃
水玻璃胶泥	钠水玻璃胶泥	400
	钾水玻璃胶泥	400
树脂胶泥	酚醛胶泥	150
	呋喃胶泥	180
环氧胶泥	环氧胶泥	100
	环氧改性酚醛胶泥	120
	环氧改性呋喃胶泥	130

3.1.2 选择胶泥时，必须考虑胶泥的使用条件（如设计压力、设计温度、腐蚀介质特性和操作特点等）、胶泥的物理化学性能、衬里施工工艺和经济合理性等。

3.1.3 各类胶泥的物理机械性能和耐腐蚀性能可参照附录C。

3.1.4 当胶泥的使用条件超出表3-1或表C-2的范围，或者胶泥受多种腐蚀介质混合（或交替）作用时，除确有使用经验外，应通过科学试验和鉴定方能将其应用于衬里设备中。设计时应在图样或有关技术文件中注明，并附加必要的技术要求。

3.1.5 常用的胶泥配方可参照附录D选用。设计选用后，应在图样或相应技术文件中注明胶泥配方的编号（若对固化剂、改进剂和填料有选择要求，亦应同时注明）。

3.1.6 胶泥采用的原材料性能应符合附录F的规定。

3.1.7 在保证胶泥质量的前提下，应优先采用常温和无毒性（或低毒性）固化剂。

3.1.8 胶泥采用的填料应符合砖板衬里化工设备的使用条件。常用填料的性能比较可参照表3-2。

表3-2

常用填料的性能比较

填料 性能	铸石粉	石英粉	瓷粉	石墨粉	硫酸钡粉
密度t/m ³	2.95~3.2	2.6~2.65	2.3~2.4	2.1	4.5
耐酸	好	较好	较好	好	好
耐氢氟酸	不耐	不耐	不耐	耐	耐
耐碱	耐	不耐	不耐	耐	—
耐温性	高	一般	一般	高	一般
导热性	一般	一般	一般	好	—
吸水率	低	较高	一般	低	低
耐磨性	好	一般	一般	较差	较好
收缩性	小	大	一般	小	小
粘结力	高	低	一般	高	低

3.1.9 砖板衬里施工完毕后，应将胶泥进行自然固化或热处理。当采用热处理时，设计应在图样中注明。

凡属下列情况之一者必须进行热处理：

- (1) 设计压力≥0.3MPa；
- (2) 在设计温度下，胶泥对介质的耐腐蚀性为“尚耐”级者；
- (3) 在设计温度下，胶泥对介质的耐腐蚀性为“耐”级的重要或较重要衬里设备；
- (4) 不能满足胶泥自然固化时间要求者。

3.1.10 胶泥的机械性能检验要求应根据用途在图样或相应技术文件中注明。

3.2 水玻璃胶泥

3.2.1 水玻璃胶泥适用于大多数无机酸、有机酸和强氧化性酸等作用的场合，但不应用于含氟气体、氢氟酸、热磷酸、高级脂肪酸及碱性介质等作用的场合。

3.2.2 除采用LG1和KP1等复合填料外，水玻璃胶泥不宜用于稀酸和水作用的场合。

3.3 酚醛胶泥

酚醛胶泥适用于大多数无机酸、有机酸、有机化合物、中性介质和稀酸介质等作用的场合，但不应用于铬酸、次氯酸等氧化性酸和碱性介质作用的场合。

3.4 呋喃胶泥

呋喃胶泥包括糠醇胶泥、糠酮胶泥、糠酮-甲醛胶泥和YJ胶泥。

3.4.1 呋喃胶泥适用于大多数无机酸、有机酸、有机溶剂、碱性介质和酸碱交替等作用的场合，但不应用于氧化性酸、胺类化合物和卤素等作用的场合。

3.4.2 除介质腐蚀性不强的情况下，呋喃胶泥应采用热处理固化。

3.4.3 YJ胶泥最高使用温度不应超过140℃。

3.5 环氧胶泥

环氧胶泥应用较少，适用于大多数溶剂、稀酸、碱性或中性溶液以及某些酸碱交替作用的场合，但不应用于酮类、酯类、芳香烃、卤素和氧化性介质等作用的场合。

3.6 改性胶泥

改性胶泥适用于一般酸碱介质交替作用的场合，也适用于化学稳定性要求低于酚醛胶泥或呋喃胶泥，而物理机械性能要求高于酚醛胶泥或呋喃胶泥的介质作用场合。

4 隔离层

4.1 总 则

4.1.1 选择隔离层材料时，应考虑材料使用条件、施工工艺和经济合理性等。

4.1.2 本标准选用的隔离层材料及其最高使用温度见表4-1。

表4-1

隔离层材料最高使用温度

材料名称	铅	橡 胶	玻 璃 钢	涂 料
最高使用温度， °C	<140	≤80	≤100	—

4.1.3 隔离层材料除应符合本章规定外，还应符合1.2.2所列有关标准的规定。

4.2 铅隔离层

4.2.1 铅隔离层应符合下列标准的有关规定：

(1) GB 1470-88《铅及铅锑合金板技术条件》；

(2) GB 1472-88《铅及铅锑合金管》。

4.2.2 铅隔离层在施工中分衬铅和搪铅两种，设计时应在图样或相应技术文件中注明。

4.3 橡胶隔离层

4.3.1 橡胶隔离层应符合GB 5575-85《化工设备衬里用未硫化橡胶板》的规定。

4.3.2 设计时应在图样或相应技术文件中注明橡胶的种类、厚度、层数和硫化方法。

4.4 玻璃钢隔离层

4.4.1 本标准选用的玻璃钢包括环氧玻璃钢、酚醛玻璃钢和聚酯玻璃钢。

4.4.2 设计时应在图样或相应技术文件中注明玻璃钢种类、层数和对玻璃纤维的要求。

4.5 涂料隔离层

4.5.1 涂料应选用基本名称代号为50~59的防腐蚀漆。

4.5.2 涂料除应满足耐腐蚀要求外，还应具有良好的附着力，密实无孔和漆膜均匀等特点。

4.5.3 设计时应在图样或相应技术文件中注明涂料的名称、层数（或厚度）和施工要求。

5 衬里结构设计与传热计算

5.1 总 则

5.1.1 设备钢壳的设计、制造、验收应符合第1章的规定。

5.1.2 衬里材料的选用应符合第2章至第4章的有关规定。

5.1.3 衬里结构型式应根据衬里设备使用条件和衬里施工特点等因素确定。衬里结构图形应在图样中示出。

5.1.4 对钢壳内径小于 $\phi 800\text{mm}$ 的设备，筒节长度以 $1500\sim 2000\text{mm}$ 为宜；如果衬里只能在一端衬砌，筒节长度不应大于 600mm 。花板等内件应作成可拆结构。

5.1.5 衬里设备应设置人孔。人孔衬砌后内径不应小于 450mm 。对不可拆卸的衬里设备应设置两个人孔（如果顶盖上有 $\phi 200\text{mm}$ 以上的接管，可以设置一个人孔）。

5.1.6 圆筒形设备的砖板宽度 a 应符合表5-1规定。

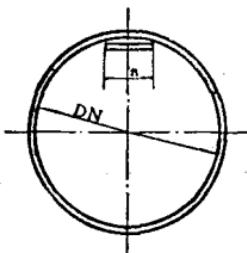


表5-1

砖板宽度允许范围 mm		
筒体直径DN	$\geq 300\sim 1000$	≥ 1000
砖板宽度a	$50\sim 100$	$100\sim 150$

图5-1 砖板宽度

5.2 衬里结构

5.2.1 单层砖板衬里结构（如图5-2所示）适用于下列设备：

- (1) 介质为气相的设备；
- (2) 介质腐蚀性或渗透性不大的非重要设备；
- (3) 用于隔热或防磨损需要的设备。

5.2.2 双层砖板衬里结构（如图5-3所示）适用于下列设备：

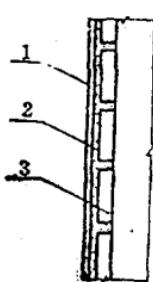


图5-2 单层砖板衬里结构

注：1—钢壳；2—胶泥；3—砖板

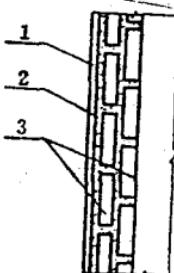


图5-3 双层砖板衬里结构

注：1—钢壳；2—胶泥；3—砖板

- (1) 介质腐蚀性或渗透性较强的设备;
- (2) 操作压力或温度较高的设备;
- (3) 其它使用条件较苛刻的设备。

5.2.3 三层砖板衬里结构仅适用介质强腐蚀、强渗透的设备。除特殊情况(如无条件采用复合衬里结构)外,设计不宜采用此种结构。

5.2.4 复合衬里结构(如图5-4所示)适用下列设备:

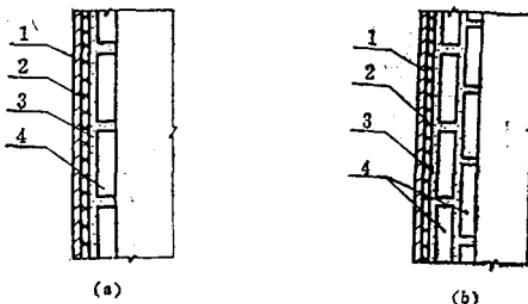


图5-4 复合衬里结构

注: 1—钢壳; 2—隔离层; 3—胶泥; 4—砖板

- (1) 除介质渗透性不大情况外,采用水玻璃胶泥或陶砖(板)的设备;
- (2) 介质腐蚀性或渗透性强的设备;
- (3) 操作温差剧变较大或承受振动的设备(在这种情况下,隔离层应选用弹性材料);
- (4) 其它使用条件较苛刻的设备。

5.2.5 砖板排列原则

(1) 立衬设备的周向缝为连续缝,轴向缝应相互错开;卧衬设备的轴向缝为连续缝,周向缝应相互错开;两层或两层以上的砖板衬里层,内外层之间的砖板缝亦应相互错开。

(2) 砖板缝错开的距离不应小于砖板尺寸的 $1/3$,且不小于15mm,如图5-5所示。

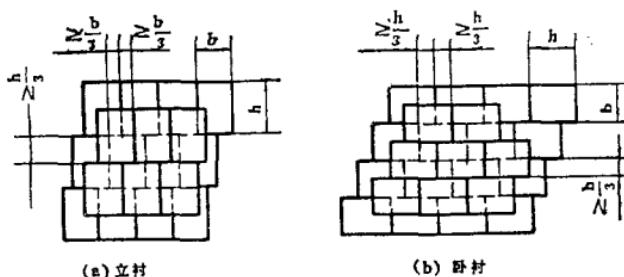


图5-5 砖板排列

5.2.6 胶合缝结构型式分为挤缝和勾缝两种(如图5-6所示)。本标准推荐采用挤缝结构。当设计采用勾缝结构时,应在图样或相应技术文件中注明主体胶泥和勾缝胶泥的名称。

胶合缝间隙应符合表5-2的规定。

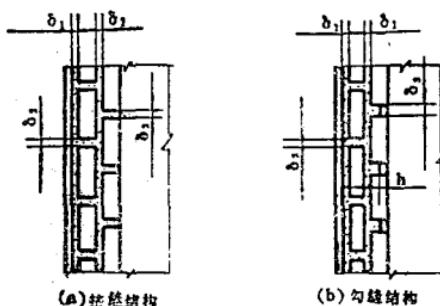


图5-6 胶合缝结构型式

表5-2

砖板胶合缝间隙

mm

胶泥种类	结合层厚度δ₁		挤缝宽度δ₂		勾缝宽度δ₃		勾缝深度h	
	砖	板	砖	板	砖	板	砖	板
长玻璃胶泥	6~8	4~5	3~4	2~3	—	—	—	—
树脂胶泥	5~7	3~4	2~3	2~3	8~12	6~8	15~20	10~12

5.2.7 砖板衬里内层与面层可采用相同材质的砖板和胶泥,也可采用不同材质的砖板和胶泥。

5.2.8 采用两层或两层以上的耐酸陶瓷砖板衬里时,内层应采用素面砖板。釉面砖板只可作面层。

5.2.9 对于因内件结构需要而增设辅助结构层的大型设备,设计时应增补必要的技术要求或说明。

5.2.10 砖板衬里化工设备的装配图,应绘制成为将筒体、顶部、底部、法兰和接管等部位的衬里结构有机地结合成为一个整体(如图5-7所示),衬里的层数和连接方式应在图样中表示清楚。凡是表示不清楚处,均应画出节点放大图。

5.3 衬里局部结构

5.3.1 钢壳与底连接部位衬里结构

(1) 钢壳与凸形封头衬里结构可参照图5-8(a)和图5-8(b)。

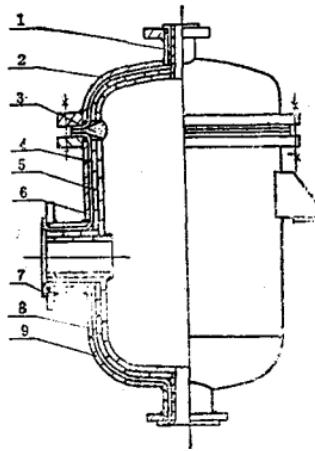


图5-7 衬里结构装配图

注：1—接管部分；2—封头部分；3—法兰部分连接；4—砖板；5—胶泥；6—钢壳；
7—人孔；8—隔离层；9—底封头部分

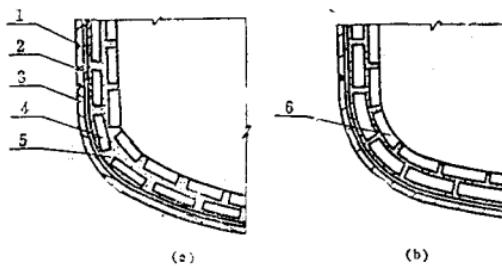


图5-8 凸形底衬里结构

注：1—钢壳；2—隔离层；3—底封头；4—标型砖板；5—胶泥；6—异型砖板

(2) 钢壳与平形底衬里结构可参照图5-9 (a)。转角处可采用90°角形板，见图5-9 (b)。

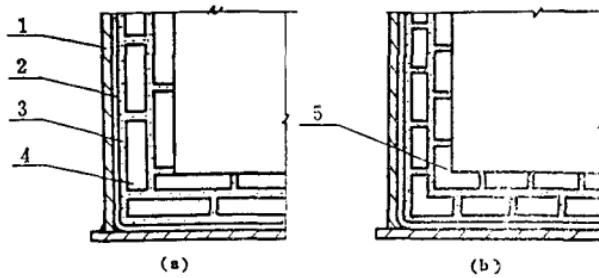


图5-9 平形底衬里结构

注：1—钢壳；2—隔离层；3—胶泥；4—标型砖板；5—角型砖板

(3) 钢壳与锥形底衬里结构可参照图5-10(a)。转角处可采用 30° 或 45° 角形板，见图5-10(b)。

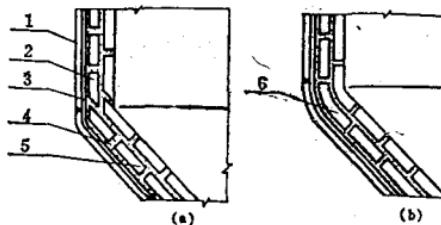


图5-10 锥形底衬里结构

注：1——钢壳；2——异型砖板；3——隔离层；4——胶泥；5——标型砖板；6——角型砖板

5.3.2 顶盖衬里结构

(1) 顶盖的衬里结构可根据实际情况选用下列结构型式：

- 采用耐腐蚀金属或非金属衬板；
- 采用胶泥复盖层（盖上应布置格状金属拉筋，胶泥层厚度为 $10\sim20mm$ ）。当胶泥使用酸性固化剂时，应设置隔离层；
- 采用单层或双层砖板衬里。

(2) 当盖上设有传动装置开孔或管口时，衬里结构可参照图5-11或图5-12。

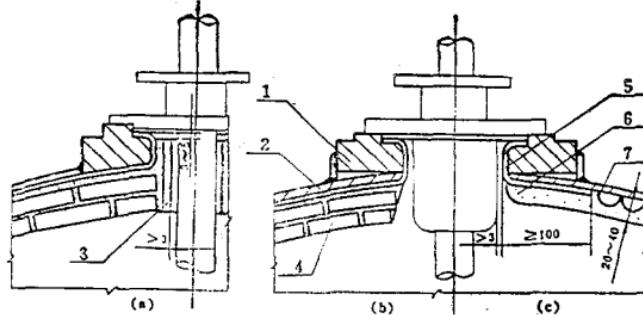


图5-11 传动装置开孔结构

注：1——凸缘；2——封头；3——衬管；4——砖板；5——隔离层；6——胶泥；7——金属拉筋

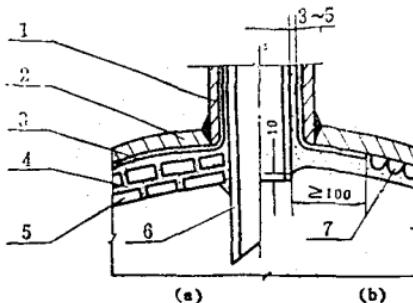


图5-12 顶盖接管开孔结构

注：1—接管；2—封头；3—隔离层；4—胶泥；5—砖板；6—衬管；7—金属拉筋

5.3.3 底或盖砖板排列结构可参照图5-13至图5-17，其中图5-17适用于铸石板排列。

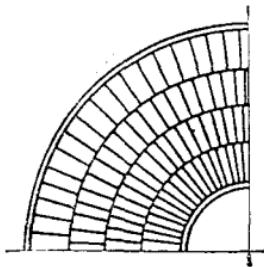


图5-13 扇形排列

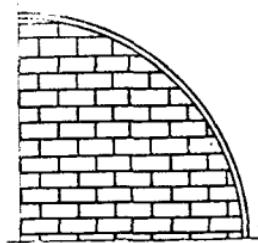


图5-14 平形排列

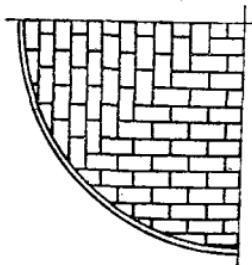


图5-15 人字形排列

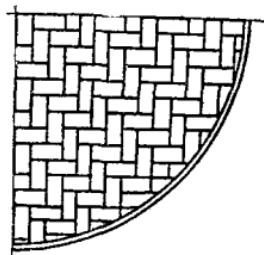


图5-16 人字形交错排列

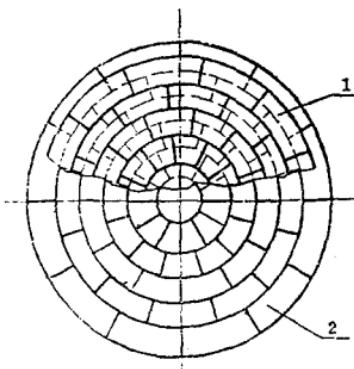


图5-17 异形板排列

注：1—双层砖板；2—单层砖板

5.3.4 接管衬里结构

(1) 接管衬里结构应符合下列规定：

a. 衬管的管口应低于接管法兰密封面3~5mm；

b. 钢管内径与衬管外径之间的间隙不应小于4mm；

c. 当接管设有隔离层时，隔离层应翻边至法兰面。隔离层与衬管外径之间的间隙不应小于4mm；

d. 当管内采用衬板结构时，应采用小规格砖板；

e. 接管与钢壳相接处的衬里结构，应根据流体流向不同，采用不同的进口与出口衬砌结构（如图5-18所示）。

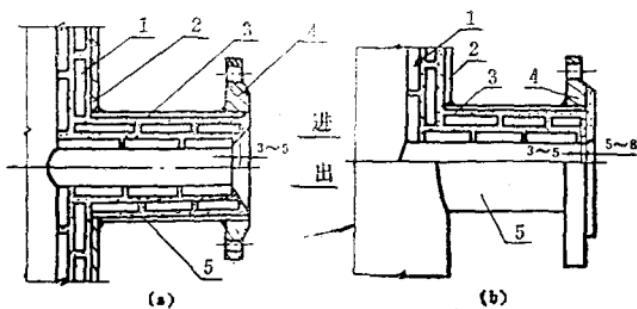


图 5-18

注：1—砖板；2—钢壳；3—胶泥；4—法兰；5—接管

①此结构适用于管径 $D_g \geq 150\text{mm}$ 。

②采用图(b)结构时，接管密封面垫片应采用软性材料。

(2) 接管与钢壳衬里结构可根据实际情况选用下列各种型式(见图5-19~图5-22)：
a. 单层或双层衬板结构；

- b. 接管局部衬有隔离层的单层或双层衬板结构;
- c. 设备衬有隔离层, 接管衬非金属管结构;
- d. 直接衬非金属管结构;
- e. 直接衬非金属异形管结构。

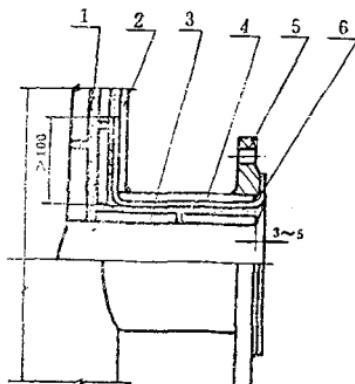


图 5-19

注: 1—胶泥; 2—钢壳; 3—砖板; 4—接管; 5—法兰; 6—隔离层。

①此结构适用于管径 $D_g \geq 150\text{mm}$ 。

②胶泥应低于密封面2~3mm。

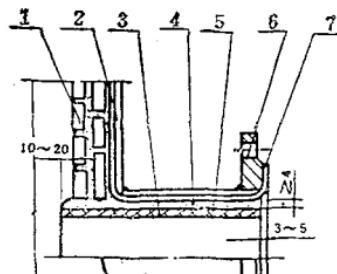


图 5-20

注: 1—砖板; 2—钢壳; 3—衬管; 4—胶泥; 5—接管; 6—法兰; 7—隔离层。

①此结构适用于管径 $D_g \leq 250\text{mm}$ 。

②胶泥应低于密封面2~3mm。

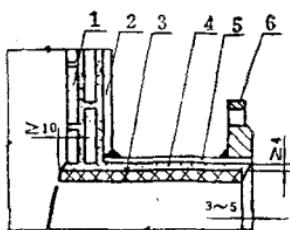


图 5-21

注: 1—砖板; 2—钢壳; 3—衬管; 4—胶泥; 5—接管; 6—法兰。

①此结构适用于管径 $D_g \leq 250\text{mm}$ 。

②法兰面防腐采用垫片, 或组装时在法兰面上抹厚3~4mm胶泥。

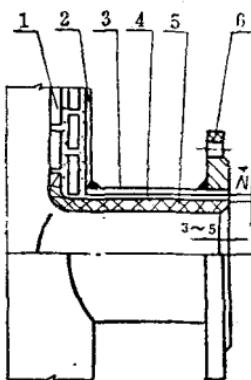


图 5-22

注: 1—砖板; 2—钢壳; 3—接管; 4—胶泥; 5—翻边套管; 6—法兰。

①此结构适用于管径 $D_g \leq 250\text{mm}$ 。

②此结构中还可增设隔离层。

5.3.5 人孔衬里结构按本章5.3.2和5.3.4选用。

5.3.6 当衬里筒体与顶盖之间或分段衬砌的筒节之间采用法兰连接时，其连接部位的衬里结构可参照图5-23~图5-25选取。

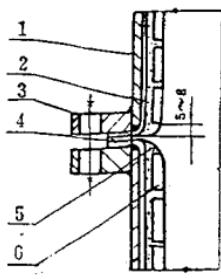


图5-23 可拆式结构

注：1—钢壳；2—隔离层；3—法兰；4—基圈；5—胶泥；6—砖板

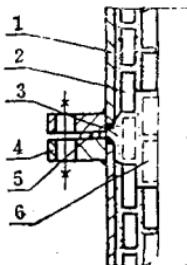


图5-24 砖板封闭式结构

注：1—钢壳；2—砖板；3—胶泥；4—法兰；5—基圈；6—封闭砖板

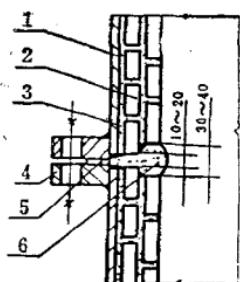


图5-25 胶泥封口式结构

注：1—钢壳；2—砖板；3—胶泥；4—法兰；5—基圈或胶泥；6—封口胶泥

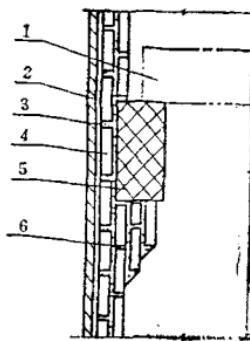


图5-26 砖支承结构

注：1—花板；2—钢壳；3—隔离层；4—砖板；5—立砖；6—胶泥

5.3.7 支承（包括中间支承）型式和支承点数量应根据使用条件及承载负荷大小等因素确定，支承衬里结构可参照图5-26~图5-28选用。

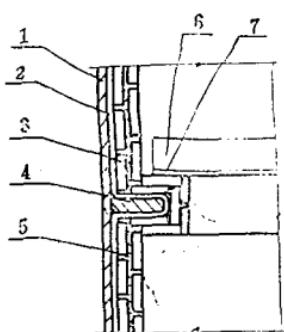


图5-27 钢支承结构

注：1—钢壳；2—隔离层；3—砖板；4—钢支承；5—胶泥；6—花板；7—垫圈

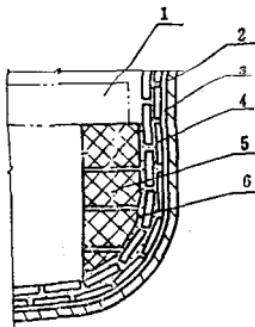


图5-28 底部支承结构

注：1—花板；2—钢壳；3—隔离层；4—砖板；5—砖；6—胶泥
此结构适用于支承较大负荷的场合。

5.4 传热计算

砖板衬里设备内热介质通过衬里层的温度分布如图5-29所示。

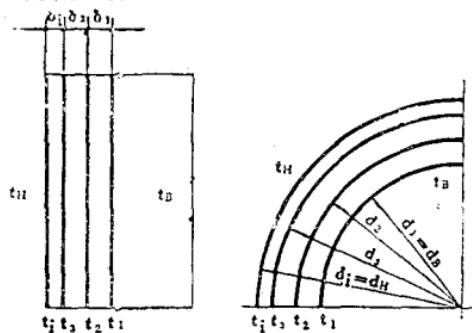


图5-29 砖板衬里层温度分布示意图

5.4.1 符号说明：

t_B —衬里设备内侧的介质温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_H —衬里设备外侧的环境空气温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_i —衬里层中某一层表面温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

λ_i —衬里层某层材料的导热系数， $\text{W}/(\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ；

α_B —衬里设备内侧介质对衬里内表面的给热系数， $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ ；

α_H —衬里设备外侧壳体对环境空气的给热系数， $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ ；

d_B —衬里设备内直径，mm；

d_H —衬里设备外直径，mm；

d_i —衬里层中某一层内直径，mm；

δ_i ——衬里层中某一层的厚度, mm;

R_B ——衬里设备内侧表面的吸热热阻, ($m^2 \cdot ^\circ C$) / W

$$\text{对矩形设备 } R_B = \frac{1}{\alpha_B}$$

$$\text{对圆筒形设备 } R_B = \frac{1000}{\alpha_B d_B}$$

R_H ——衬里设备外侧表面的放热热阻, ($m^2 \cdot ^\circ C$) / W

$$\text{对矩形设备 } R_H = \frac{1}{\alpha_H}$$

$$\text{对圆筒形设备 } R_H = \frac{1000}{\alpha_H d_H}$$

R_i ——衬里层中某一层的热阻, ($m^2 \cdot ^\circ C$) / W

$$\text{对矩形设备 } R_i = \frac{\delta_i}{1000 \lambda_i}$$

$$\text{对圆筒形设备 } R_i = \frac{1}{2\lambda_i} \ln \frac{d_{i+1}}{d_i}$$

R_0 ——衬里层传热的总热阻, ($m^2 \cdot ^\circ C$) / W。

5.4.2 衬里层内某层表面的温度可按下式计算:

$$t_i = t_B - \frac{t_B - t_H}{R_0} (R_B + R_1 + R_2 + \dots + R_{i-1}) \text{ } ^\circ C \quad (5-1)$$

式中: $R_0 = R_B + R_H + \sum_{i=1}^n R_i$

5.4.3 壳体对环境空气的对流给热系数 α_H 可参照表5-3选取:

衬里设备内介质对衬里层内表面的给热系数 α_B 可参照表5-4选取:

某些耐腐蚀材料的导热系数 λ 可参照表5-5选取:

表5-3

环 境	α_H (W/(m ² ·°C))
室 内	5.8~11.6
室 外	11.6~23.3

表5-4

介 质	α_B (W/(m ² ·°C))
气 体	5.8~35.0
水	116.3~1160
有机液冷凝蒸汽	580~2325

表5-5

材 料 名 称	λ (W/(m·°C))
钢	52~58
耐酸瓷砖(板)	1.1~1.3
铸 石 板	0.98
不透性石墨	116~128
玻 璃 钢	0.15

λ (W/(m·°C))

52~58

1.1~1.3

0.98

116~128

0.15

6 施工技术条件

6.1 总 则

6.1.1 用作衬里的原材料及制成品应具有出厂合格证和有关检验资料。衬里施工前应进行抽样复验，过期原料均不得投入使用。

6.1.2 砖板应清洁、干燥，其规格应符合设计要求。

6.1.3 设备壳体内表面处理后的质量要求应符合图样的要求。当图样无规定时，对以衬铅层为隔离层的钢壳内表面，其除锈等级不应低于GB 8923-88《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》St2级要求，其它情况下应达到Sa3级要求。

设备内表面应光滑、清洁、干燥，不应有3mm以上的凹凸处。

6.1.4 施工现场应清洁、通风良好。施工环境温度以15~30℃为宜，相对湿度不宜大于80%。环境温度低于15℃时，应采取保温措施。

6.1.5 胶泥的配方和主要技术指标应符合图样的要求。

6.1.6 衬里施工应由防腐技工或砖板衬里专业人员承担，砖板衬里衬砌工艺规程应经施工单位技术部门评定。

6.1.7 分节衬砌的筒节，应先按本章要求进行施工，待设备组装后再在其结合面进行局部补充处理（如补砖、酸化和固化处理等）。

6.1.8 施工时的劳动保护和安全措施应遵照国家或部颁发的有关规定的要求。

6.2 胶泥配制

6.2.1 胶泥应均匀，不应有气泡和夹杂物。胶泥稠度和固化速度应适宜。

6.2.2 胶泥配制后应立即投入使用，不应长时间放置。施工中如有胶凝现象出现，则不应继续使用（使用时间一般控制在45min）。

6.3 隔离层、底层施工

6.3.1 隔离层衬贴应符合第4章的有关规定。

6.3.2 采用玻璃钢作隔离层时，玻璃钢面层修整后不涂面层料。

6.3.3 衬砌砖板前，应在钢壳或隔离层表面涂刷二遍底层。当胶泥为水玻璃胶泥时，打底料为水玻璃胶泥稀胶料；当胶泥为树脂胶泥时，打底料可选用电木底漆、环氧树脂漆等。

底层应均匀，不应有漏涂和存有气泡。

6.4 砖板衬砌

6.4.1 砖板排列错缝要求和胶合缝尺寸应符合5.2.5和5.2.6的规定。

6.4.2 砖板排列尺寸不足时，应采用异形砖板填塞，不应填塞胶泥或碎砖板。

6.4.3 砖板衬砌采用揉挤法，胶合缝内胶泥应饱满，不应有气泡、凹陷和孔隙等。

6.4.4 勾缝应符合下列要求：

(1) 勾缝应待衬里胶泥固化后进行；

(2) 水玻璃胶泥的缝隙，应先进行酸化处理；

(3) 勾缝时，灰缝应清扫干净，不得沾染污垢，勾缝前应在缝内先涂环氧树脂打底一遍。

(4) 勾缝应压实、饱满，不应有缝隙。

6.4.5 设备衬里衬砌后的尺寸允许偏差应符合表6-1的规定。

表6-1

设备衬里尺寸允许偏差

mm

偏 差 类 别	允 许 偏 差			
	铸石板	耐酸陶瓷砖	耐酸陶瓷板	不透性石墨板
衬 里 厚 度	±5	±5	±3	±3
衬里与设备中心线位移	±5	±5	±3	±3
衬里净空尺寸	长 度	±15	±15	±10
	宽 度	±10	±10	±10
	直 径	±15	±15	±10
表面垂直度	每 米	±3	±3	±2
	总 高	±15	±15	±10
表 面 凹 凸 度	±4	±4	±4	±3
相 邻 砖 板 错 边 量	±1.5	±1.5	±1	±1

6.5 固化和酸化处理

6.5.1 双层以上的砖板衬里，每衬一层砖板后都应进行中间固化处理，固化时间不应少于表6-2的规定。

6.5.2 设备衬里衬砌完工后，衬里层可按表6-3的规定进行常温固化处理。

表6-2

衬 里 中 间 固 化 时 间

胶 泥 种 类	温 度 (°C)	时 间 (h)
水 玻 璃 胶 泥	25~30	35~36
树 脂 胶 泥	25~40	30~48

注：温度低时取高值。

表6-3

衬 里 常 温 固 化 时 间

胶 泥 种 类	常温固化时间 (d)
水玻璃胶泥	6~10
酚醛胶泥	10~15
呋喃胶泥	15~20
环氧胶泥	10~15
环氧改性呋喃胶泥	15~20
环氧改性呋喃胶泥	10~15

注：1.常温指25±5°C。

2.厚衬里层取高值。

6.5.3 需经热处理固化的衬里，可按表6-4的规定。热处理时，衬里表面受热应均匀，严防局部过热。热处理的升温速度不应大于每小时10℃，降温速度不应大于每小时15℃，严禁骤然升降温度。

表6-4

衬里热处理时间

胶泥种类	设计温度 ℃	衬里热处理时间										
		常温 h	常温 40		40		60		80		100	
			40	60	60	80	80	100	100	120	120	
水玻璃胶泥	24	2	4	2	8	2	24	—	—	—	—	
酚醛胶泥	24	2	4	2	4	2	8	2	16	—	—	
呋喃胶泥	24	2	4	2	4	2	12	2	8	2	12	
环氧胶泥	24	2	4	2	4	2	12	—	—	—	—	
环氧改性酚醛胶泥	24	2	4	2	4	2	8	2	16	—	—	
环氧改性呋喃胶泥	24	2	4	2	4	2	12	2	8	2	12	

注：1.当设备结构或施工现场不具备恒温热处理条件时，可适当降低热处理上限温度，但应延长60~100℃之间恒温时间。

2.当设计温度≤100℃时，表中100℃以后栏不作要求。

6.5.4 采用钠水玻璃胶泥时，衬里固化后应用30~40%浓度的硫酸或20~25%浓度的盐酸作表面胶合缝酸化处理。酸化次数不宜少于4次，每次间隔应不少于8小时。采用KPI水玻璃胶泥时，衬里固化后应用KPI处理液涂刷3次，每次间隔不应少于4小时。

每次酸化处理前，应清除衬里表面的白色结晶析出物。

6.5.5 衬里固化与酸化处理期间，严禁污染；严禁与水或水蒸汽接触；严禁明火或曝晒。

6.6 试样、试验和验收

6.6.1 凡符合以下条件之一者，衬里采用的胶泥应制作试样：

- (1) 设计压力≥0.1MPa的设备；
- (2) 设计温度≥80℃的设备；
- (3) 操作介质为卤素、碱或强氧化性酸；
- (4) 胶泥耐腐蚀性能为“尚耐”级者。

6.6.2 对于6.6.1未包括的衬里设备，其胶泥试样的制作可由施工单位根据施工经验和胶泥质量稳定情况自行确定。

6.6.3 胶泥试样应取样于衬砌用的胶泥，并随同衬里设备一起进行固化与酸化处理。

6.6.4 除图样另有要求外，试样应做抗拉强度和粘结强度试验。

6.6.5 衬里施工中，当下列工序完成后，应进行一次中间验收，并作记录和质量评定：

- (1) 设备钢壳表面处理之后；
- (2) 隔离层或打底层施工之后；
- (3) 每一层砖板衬砌完工之后；

- (4) 衬里层固化处理之后;
- (5) 衬里层表面酸化处理之后。

6.6.6 衬里验收中，如发现以下情况之一者，衬里应返工或局部返工。返工的部位、次数和返工情况应记入衬里质量证明书中：

- (1) 胶泥主要技术指标不合格；
- (2) 衬里结构尺寸与图样要求不符；
- (3) 用5~10倍的放大镜检查，发现胶合缝发酥、起层、焦化、流胶或裂缝；
- (4) 经木锤敲击检查，发现衬里结合层中有空洞；
- (5) 砖板局部拱起、脱落或裂纹。

6.6.7 竣工验收应作验收记录和质量评定意见书。

6.7 质量证明书、运输和保护

6.7.1 衬里设备质量证明书包括下列内容：

- (1) 设备钢壳质量证明书；
- (2) 衬里的质量证明书，其内容应包括：
 - a. 主要原材料的出厂合格证明书及其施工单位的质量复验报告；
 - b. 胶泥配方及其主要技术指标的质量检验报告；
 - c. 设计变更、材料代用等技术文件，以及施工过程中对重大技术问题的处理记录；
 - d. 全部隐蔽部位中间验收记录；
 - e. 竣工验收记录和质量评定意见书。

6.7.2 衬里后的设备应避免下列情况：

- (1) 焊接或机械加工；
- (2) 冲击或剧烈震动；
- (3) 滚动；
- (4) 局部冲刷。

6.7.3 衬里设备在胶泥未达到固化前，不得提前运输或投入使用。

6.7.4 衬里设备吊装运输时应平稳，必要时应安装适当加固件。衬里设备不宜长途运输。

6.7.5 衬里设备的接管法兰口不得作为起吊、牵拉力的着力点。安装外接管线时，不应使之承受较大的扭弯应力。

6.7.6 经搬运安装就位的衬里设备，安装后应对衬里重新检查一次，确认其质量合格无损后方可投入使用。

附录A 各种砖板的物理机械性能和耐腐蚀性能表

本附录给出了耐酸瓷砖(板)、耐酸陶砖(板)、耐酸耐温陶砖(板)、辉绿岩或玄武岩铸石板和不透性石墨板的物理机械性能和耐腐蚀性能。

A.1 各种砖板的物理机械性能见表A-1至表A-3。

表A-1

耐酸陶瓷砖板物理机械性能

项 目	单 位	指 标		
		耐 酸 陶	耐酸耐温陶	耐 酸 瓷
密 度	t/m ³	2.2~2.3	2.1~2.2	2.3~2.4
气 孔 率	%	<5	<12	<3
吸 水 率	%	<3	<6	<1.5
抗 拉 强 度	MPa	7.8~11.8	6.9~7.8	25.5~35.3
抗 压 强 度	MPa	78.5~117.7	117.7~137.3	451.3~647.5
抗 弯 强 度	MPa	39.2~58.9	29.4~49.1	63.8~83.4
熔 点	°C	1480~1650	—	1580~1630
导热系数	W/(m·°C)	0.9~1.0	—	1.0~1.2
线膨胀系数	1./°C	(4.5~6) × 10 ⁻⁶	—	(3~6) × 10 ⁻⁶
硬 度	莫 氏	7	7	7
弹 性 模 数	MPa	440~588	108~137	637~784
热 稳 定 性 (200°C骤冷至20°C)	次(不裂)	>2	>4	>2

表A-2

铸石板物理机械性能表

项 目	单 位	指 标
外 观		灰 黑 色
密 度	t/m ³	2.9~3.0
硬 度	肖 氏	78~115
抗压强度	MPa	>588
抗拉强度	MPa	>39
抗弯强度	MPa	>63
弹性模量	MPa	872
耐磨系数	cm ³ /cm ³	0.1
线膨胀系数	1/°C	1×10 ⁻⁵
软化温度	°C	1100
热 稳 定 性	水浴法 70→20°C 汽浴法 200→25°C	次(不裂) 1 次(不裂) 1

表A-3

不透性石墨板物理机械性能

项 目	单 位	酚醛浸渍石墨	呋喃浸渍石墨	酚醛压型石墨	水玻璃浸渍石墨
密 度	t/m ³	2.03~2.07	1.8	1.8~1.85	—
抗压强度	MPa	59~68	49~58	>95	40
抗拉强度	MPa	11.8~12.5	11.8~13.5	>19.5	5.9
抗弯强度	MPa	23.5~27	23.5	>34	—
导热系数	W/(m·°C)	113.5~125	113.5~125	30.5~39.5	—
膨胀系数	1/°C	5.5×10 ⁻⁶	—	24.7×10 ⁻⁶	—
弹性模数	MPa	68~127	68~127	215	—
抗渗透性 (水压不透)	MPa	0.6	0.6	1.0	0.6

A.2 各种砖板的耐腐蚀性能见表A-4至表A-6。

表A-4

陶、瓷砖板耐腐蚀性能

介 质	浓 度 %	温 度 °C	耐腐蚀性能			介 质	浓 度 %	温 度 °C	耐腐蚀性能		
			耐酸陶	耐酸 耐温陶	耐酸瓷				耐酸陶	耐温陶	耐酸瓷
发烟硫酸	10~20	30~70	∨	∨	∨	氟 硅 酸	任意	常温	×	×	×
硝 酸	任 意	<沸点	∨	∨	∨	氯 水	任 意	沸点	∨	∨	∨
盐 酸	任 意	<沸点	∨	∨	∨	硝 酸 铝	任 意	沸点	∨	∨	∨
磷 酸	稀溶液	20	∨	∨	∨	硫 酸 铝	任 意	沸点	∨	∨	∨
磷 酸	浓溶液	高 温	×	×	×	硝 酸 镁	任 意	<沸点	∨	∨	∨
氢氧化钾	浓溶液	沸 点	×	×	×	硫 酸 镁	任 意	沸点	∨	∨	∨
氢氧化钾	>50	20	○	○	○	硼 酸	任 意	沸点	∨	∨	∨
氢氧化钠	20	60~70	×	○	○	脂 肪 酸	任 意	—	∨	∨	∨
氢氧化钠	40	60	×	×	×	蚁 酸	任 意	—	∨	∨	∨
碳 酸 钠	任 意	沸 点	∨	∨	∨	乳 酸	任 意	—	∨	∨	∨
丙 酮	纯	沸 点	∨	∨	∨	硫 酸 钠	任 意	—	∨	∨	∨
苯	纯	沸 点	∨	∨	∨	亚 硫 酸	任 意	<沸点	∨	∨	∨
氯 苯	纯	沸 点	∨	∨	∨	硫 酸	96	沸 点	∨	∨	∨
苯 醚	任 意	沸 点	∨	∨	∨	硫 化 氢	任 意	沸 点	∨	∨	∨
硝 基 苯	任 意	沸 点	∨	∨	∨	醋 酸	任 意	<沸点	∨	∨	∨
四氯化碳	任 意	沸 点	∨	∨	∨	铬 酸	任 意	沸 点	∨	∨	∨
氢 氯 酸	任 意	常 温	×	×	×	草 酸	任 意	<沸点	∨	∨	∨
氯	任 意	常 温	×	×	×	氯	任 意	100	∨	∨	∨

注：表中符号∨——耐腐蚀性能优良；○——耐腐蚀性能尚可；×——耐腐蚀性能不良，后均同。

表A-5

铸石板耐腐蚀性能

介 质	浓 度, %	温 度, °C	耐 腐 蚀 性 能	介 质	浓 度, %	温 度, °C	耐 腐 蚀 性 能
硝 酸	任 意	<沸点	∨	硫代硫酸钠	任 意	沸 点	∨
氯 化 铝	任 意	沸 点	∨	氢 氧 化 钠	—	—	∨
氯	浓	沸 点	∨	硫 酸	96	沸 点	∨
氨	25	33.5	∨	亚 硫 酸	稀	130	∨
氯 化 镍	任 意	沸 点	∨	盐 酸	任 意	100	∨
苯 甲 酸	任 意	—	∨	盐 酸	35	沸 点	∨
硼 酸	任 意	沸 点	∨	苯 酚	任 意	<100	∨
溴 水	浓	沸 点	∨	磷 酸	—	沸 点	×
氯化亚铁	任 意	—	∨	氢 氟 酸	—	—	×
氯 化 铁	任 意	<沸点	∨	氯 化 氢 气	—	100	∨
氢 氧 化 钾	—	—	∨	醋 酸	任 意	<沸点	∨
硫 酸 铜	任 意	沸 点	∨	王 水	—	—	∨
乳 酸	任 意	沸 点	∨	草 酸	任 意	<沸点	∨
重铬酸钠	任 意	沸 点	∨				

表A-6

酚醛树脂浸渍石墨板耐腐蚀性能

介 质	浓 度, %	温 度, °C	耐 腐 蚀 性 能	介 质	浓 度, %	温 度, °C	耐 腐 蚀 性 能
氯 化 镍	任 意	<沸点	∨	硝 酸	5	常 温	○
氯 化 铜	任 意	<沸点	∨	硫 酸	<75	<120	∨
碳 酸 钠	任 意	<沸点	∨	硫 酸	80	120	×
硝 酸 钠	任 意	<沸点	∨	亚 硫 酸	任 意	<沸点	∨
磷 酸 镁	任 意	<沸点	∨	磷 酸	<80	<沸点	∨
氯 仿	100	<沸点	∨	氢 氟 酸	<48	<沸点	∨
硫 酸 铜	任 意	<100	∨	氢 氟 酸	48~60	<65	∨
氟	100	—	∨	氢 溴 酸	任 意	<沸点	×
溴 氯	—	—	×	铬 酸	10	常 温	○
溴	100	—	×	铬 酚	10	<沸点	∨
碘	100	—	×	醋 酸	<50	沸 点	∨

续表A-6

介 质	浓 度, %	温 度, °C	耐 腐蚀 性 能	介 质	浓 度, %	温 度, °C	耐 腐蚀 性 能
溴 水	饱 和	常 温	∨	氢 氧 化 钠	10	<20	×
盐 酸	任 意	<沸点	∨	氢 氧 化 钾	10	常 温	○
蚁 酸	任 意	<沸点	∨	氯 水	任 意	<沸点	∨
甲 醇	100	<沸点	∨	苯	100	<沸点	∨
丙 酮	100	<沸点	∨	汽 油	100	<沸点	∨
苯 胺	100	<沸点	∨				

附录B 砖、板和管材常用规格选用表

本附录列出了耐酸瓷、耐酸陶、铸石和不透性石墨等材料的砖、板和管材常用规格。各种材料的物理机械性能和耐腐蚀性能见附录A。

B.1 板型铸石板规格按JC-242-81《通用普型铸石制品》选用；异型铸石板规格按JC-243-81《通用异型铸石制品》选用；常用铸石管规格可按表B-3选用。

B.2 常用陶瓷砖（板）规格可按表B-1选用。常用瓷管可按表B-2选用。

B.3 常用不透性石墨板规格可按表B-4选用，常用不透性石墨管规格可按表B-5选用。

表B-1

常 用 瓷 砖（板）规 格

mm

砖的形状及名称	代 号	规 格			
		长(a)	宽(b)	厚(S)	厚(S ₁)
标 形 砖	C-1	230	113	65	—
	C-2	230	113	40	—
	C-3	230	113	30	—
侧面楔形砖	C-4	230	113	65	55
	C-5	230	113	65	45
	C-6	230	113	55	45
	C-7	230	113	65	35

续表B-1

砖的形状及名称	代号	规格				
		长(a)	宽(b)	厚(s)	厚(s ₁)	
端面楔形砖	C-10	230	113	65	55	
	C-11	230	113	65	45	
	C-12	230	113	55	45	
	C-13	230	113	65	35	
	C-17	150	150	30	—	
	C-18	150	75	30	—	
	C-19	150	150	20	—	
	C-20	150	75	20	—	
	C-21	100	100	20	—	
	C-22	100	50	20	—	
平板形砖	C-23	100	100	10	—	
	C-24	100	50	10	—	
	C-25	150	150	15	—	
	C-26	150	75	15	—	
	C-27	100	100	15	—	
	C-28	100	50	15	—	
	C-29	125	125	15	—	
			180	75	15	—
			180	75	20	—
			150	75	15	—
弧形砖		200	100	30	—	
		200	100	20	—	

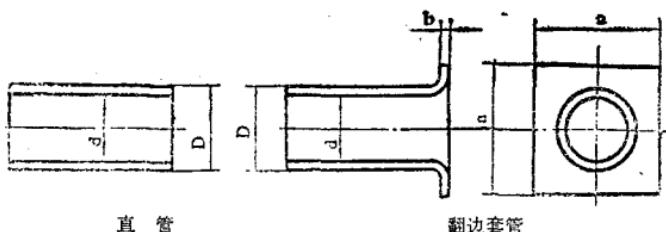
注：1.标有代号的规格摘自GB 8488-87。

2.陶砖(板)规格可参考本表，但C-23至C-29规格不采用。

表B-2

常用瓷管规格

mm



公称直径	直 管		翻 边 套 管			
	内径d	外径D	内径d	外径D	翻边长a	翻边厚b
25	—	—	25	45	195	15
32	32	52	32	62	200	15
40	40	66	40	70	210	15
50	50	80	50	80	230	15
65	65	95	65	99	250	17
80	80	116	80	114	260	17
100	100	136	100	134	280	17
125	125	165	125	159	315	17
150	150	190	150	184	340	17
175	175	221	175	209	365	17
200	200	250	200	240	390	20
225	225	275	225	265	415	20
250	250	300	250	290	440	20
300	300	356	—	—	—	—

表B-3

常用铸石管规格

mm

D d L	内径d	100	125	150	175	200	250	300
	外径D	140	165	190	215	240	290	340
长度L 300~1000								

表B-4

常用不透性石墨板规格

尺寸, mm		
a	b	S
100	50	10
110	50	10
110	70	15
110	70	20
150	75	15
150	75	20
180	75	20
180	110	20
200	100	20

表B-5

常用不透性石墨管规格

公称直径	内径d	外径D	长度L	重量, kg/m
20	22	32		0.76
25	25	38		1.16
30	30	43		1.22
35	36	50		1.69
40	40	55		2.04
50	50	67		2.81
65	65	85		4.25
75	75	100		6.17
100	102	133		9.95
125	127	159		12.9
150	152	190		18.7
200	203	254		33.0
250	254	330		62.0

附录C 各类胶泥的物理机械性能和耐腐蚀性能表

C.1 各类胶泥在各种化学介质中的耐腐蚀性能见表C-1。

C.2 各类胶泥的常温物理机械性能见表C-2。

表C-1

各类胶泥的耐腐蚀性能

介质及介质浓度 %	胶泥种类			介质及介质浓度 %	胶泥种类		
	呋喃	水玻璃	酚醛		呋喃	水玻璃	酚醛
	允许使用温度, °C				180	400	150
硫酸<5	∨	φ	∨	氢氧化钾	∨ ^①	×	×
硫酸5~50	∨	∨	∨	氢氧化铵	∨ ^①	×	×
硫酸60~70	25°C	∨	25°C	氢氧化钙	∨ ^①	×	×
硫酸80	×	∨	25°C	硫酸铵	∨	∨	∨
硝酸20	×	∨	×	硝酸铵	∨	∨	∨
硝酸40	×	∨	×	氯化铵	∨	∨	∨
盐酸	∨	∨	∨	氟化铵	∨ ^①	×	∨ ^①
磷酸<85	∨	∨	∨	溴化铵	∨	∨	×
磷酸>85	∨	∨	∨	硫化铵	∨	∨	×
氢氟酸10	∨ ^①	×	∨ ^①	硝酸钠	∨	∨	∨
碳酸	∨	∨	∨	铬酸钠	∨	∨	∨
铬酸10	×	∨	φ	次氯酸钠	×	×	×
次氯酸	φ	∨	25°C	重铬酸钠	∨	∨	∨
高氯酸40	×	∨	×	氯碘酸钠	∨	∨	∨
氟硅酸	∨ ^①	×	∨ ^①	亚硝酸钠	∨	∨	∨
氟硼酸	∨ ^①	×	∨ ^①	硫酸钾	∨	∨	∨
王水	×	∨	×	硝酸钾	∨	∨	∨
硝酸+硫酸	×	∨	×	氯化钾	∨	∨	∨
醋酐	100°C	∨	∨	高锰酸钾	60%	∨	∨
草酸	∨	∨	∨	硝酸钙	∨	∨	∨
苯磺酸	∨	∨	10%∨	氯化钙	∨	∨	∨
氢氧化钠	∨ ^①	×	×	次氯酸钙	φ	∨	φ

续表C-1

介质及介质浓度 %	胶泥种类			介质及介质浓度 %	胶泥种类		
	呋 喻	水玻 璃	酚 醛		呋 喻	水玻 璃	酚 醛
	允 许 使 用 温 度 °C				允 许 使 用 温 度 , °C		
	180	400	150		180	400	150
硝酸铁	∨	∨	∨	丙 酮	∨	∨	25°C
氯化铁	∨	∨	∨	乙 醚	∨	∨	25°C
氯(干气)	100°C φ	∨	25°C	醋酸乙酯	∨	∨	25°C
氯(湿气)	φ	∨	×	醋酸丁酯	∨	∨	○
氯水	100°C	∨	25°C	硫酸乙酯	∨	∨	25°C
溴(液体)	×	∨	×	乙 烷	∨	∨	∨
溴 水	φ①	∨	25°C	苯	∨	∨	○
水	∨	×	∨	甲 苯	∨	∨	○
氨	∨	φ	∨	二甲苯	∨	∨	○
氯化氢	∨	—	∨	苯	∨	∨	○
甲 醇	∨	∨	25°C	汽 油	∨	—	○
乙 醇	∨	∨	25°C	氯 仿	∨	∨	25°C
丁 醇	∨	∨	φ	二氯乙烷	∨	∨	25°C
苯甲醇	100°C	∨	×	二氯乙烯	∨	∨	25°C
糠 醇	∨	∨	×	二氯丙烷	—	∨	25°C
乙二醇	∨	∨	∨	苯 胺	30°C	○	φ
甘 油	∨	∨	∨	盐酸苯胺	100°C	—	—
二甘醇	20°C	∨	20°C	苯酚20	φ	—	—
甲醛37	∨	∨	∨	甲 酚	∨	∨	25°C
甲醛3	∨	∨	∨	环 氧 乙 烷	∨	∨	—
乙 醛	∨	∨	∨	吡 哌	30°C φ	25°C φ	×
苯甲醇	∨	∨	∨	尿 素	∨	∨	∨
糠 醛	25°C	∨	25°C	硝基苯	∨	∨	25°C

注：①不可加入硅酸盐材料。

表中符号：∨——“耐级”。耐腐蚀性能优良，可用至材料的最高使用温度或介质的沸点；

○——“耐级”。有一定的腐蚀，可使用于较低温度，使用期限较短；

φ——“尚耐级”。可能产生强腐蚀，使用时须慎重；

×——“不耐级”。腐蚀严重，不宜使用。

表中凡注明具体温度的，系指只耐该温度以下。

表C-2

各类型胶泥的物理机械性能

项目 胶泥名称	密度 t/m^3	抗压强度 MPa	抗拉强度 MPa	线膨胀系数 $1/\text{^\circ C}$	导热系数 $\text{W}/\text{m} \cdot \text{^\circ C}$	粘结性			与石墨 与铁石板 力, MPa
						(小压强法)	与铜 MPa	与陶瓷 与石墨 力, MPa	
耐水玻璃胶泥	1.8~2.1	39~49	2.5~4.4	$(10\sim11) \times 10^{-6}$	0.8~1.15	0~6*	2.0~2.5	2.0~2.5	3.1
钾水玻璃胶泥	1.4~1.5	>30	>3	—	—	1.7	1.0	>2	—
酚醛胶泥	1.4~2.3	59~78	>6.8	$(23\sim30) \times 10^{-6}$	0.7~1.2	1.6	3.4~3.9	1.0~2.0	>3.8
酚醛胶泥	1.4~2.5	44~58	>7.4	$(24\sim27) \times 10^{-6}$	—	1.6	2.9~3.9	1.0~2.0	2.0~3.9
糠酮胶泥	1.6~2.2	58~68	>7.4	$(22\sim25) \times 10^{-6}$	—	1.6	—	1.0~2.0	—
糠酮甲醛胶泥	1.6~2.2	58~68	>7.4	—	—	1.6	—	1.0~2.0	—
YJ呋喃胶泥	2.0	>68	>5.9	$(21\sim22) \times 10^{-6}$	—	1.6	—	1.0~2.0	—
环氧胶泥	1.4~2.2	78~108	>8.8	—	—	1.6	—	>1.5	—
环氧改性酚醛胶泥	1.4~2.2	68~88	>8.3	—	—	1.6	4.9	>4.4	>5.9
环氧改性呋喃胶泥	1.5~2.2	68~88	>8.3	—	—	1.6	—	>2.9	>5.4

注: *此项为1GJ水玻璃胶泥的数值。

附录D 常用胶泥配方

本附录所列胶泥配方适用于砖板衬里化工设备，也适用于其它类似衬里设备。

设计选用胶泥配方时，应在图样中写明胶泥编号；如果对固化剂、改进剂和填料有选择要求，应同时注明原料名称。

表D-1

水玻璃胶泥配方(重量比)

编 号		S-1	S-2	S-3
原 料	粘 结 剂	钠水玻璃	100	—
	固 化 剂	钾水玻璃	—	100
	填 料	氟硅酸钠	14~18	—
		一氧化铅	0~8	—
		铸石粉	240~270	—
		瓷 粉	(200~250)	—
		石英粉：铸石粉 = 7:3	(200~250)	—
		石墨粉	(100~150)	—
		陶 土	0~15	—
		KP 1耐酸灰	—	240~250
		IG1耐酸灰	—	240~260

注：1.表中括号内的数据为代用材料数据。

2.氟硅酸钠纯度按100%计。

表D-2 脲醛胶泥配方(重量比)

编 号		F-1	F-2	F-3	F-4
粘结剂	酚醛树脂	100	100	100	100
	苯磺酰氯	—	6~10	(6~10)	6~10
固化剂	对甲基苯磺酰氯	—	(8~12)	(8~12)	(8~12)
	NL型	6~10	—	—	—
	对甲基苯磺酰氯：硫酸乙酯 (硫酸：乙醇=1:2)=7:3	—	(8~12)	8~12	8~12
改进剂	二氯丙醇	—	—	20	0~20
	石英粉：铸石粉=8:3	—	(150~200)	(150~200)	—
填料	瓷粉	150~200	150~200	150~200	—
	铸石粉	(180~230)	(180~230)	(180~230)	—
	石墨粉	—	(100~130)	—	100~150
	硫酸钡粉	—	—	—	(180~220)

注：1.表中括号内的数据为代用材料数据。

2.NL型属低毒性固化剂。

表D-3 呋喃胶泥配方(重量比)

编 号		K-1	K-2	K-3	K-4
粘 结 剂	糠醇树脂	100	—	—	—
	糠酮树脂	—	100	—	—
	糠酮甲醛树脂	—	—	100	—
	YJ呋喃树脂	—	—	—	100
固 化 剂	硫酸乙酯 (硫酸：乙醇=3~2:1)	—	10~14	10~14	—
	苯磺酰氯：磷酸=1:1	8~12	—	—	—
	石英粉：铸石粉=8:2	(150~200)	(150~200)	(150~200)	—
填 料	硫酸钡粉	(180~250)	(180~250)	—	—
	瓷粉	(150~200)	(150~200)	150~200	—
	铸石粉	150~200	—	—	—
	石墨粉	(80~150)	150~200	(80~150)	—
	YJ胶泥粉料	—	—	—	350~400

注：1.表中括号内的数据为代用材料数据。

2.硫酸乙酯酸度应经试验确定。

表D-4

环氧胶泥配方(重量比)

编 号		H-1	H-2	H-3
粘结剂	环氧树脂E-44	100	—	100
	环氧树脂E-42	—	100	(100)
固化剂	乙二胺	6~8	(5~7)	1~2
	乙二胺-丙酮(1:1)	(12~16)	(12~14)	—
	NJ-2型	(15~20)	15~20	—
	590*	(15~20)	(15~20)	—
改进剂	T31型	—	—	15~30
	邻苯二甲酸二丁酯	6~10	6~10	—
	丙酮或乙醇	(0~10)	(0~10)	5~10
填料	铸石粉	180~250	180~250	100~150
	石墨粉	(100~150)	(100~150)	—
	石英粉	(150~250)	(150~250)	—
	瓷粉	(150~250)	(150~250)	—
	硫酸钡粉	(180~300)	(180~300)	—

注: 1.表中括号内的数据为代用材料数据。

2.乙二胺纯度按100%计。

3.NJ-2型、T31型属无毒性固化剂; 590*属低毒性固化剂。

表D-5

改性胶泥配方(重量比)

编 号		G-1	G-2
粘 结 剂	酚醛树脂	70	—
	环氧树脂	30	30
	呋喃树脂	—	70
固 化 剂	NJ-2	(8~15)	(8~15)
	乙二胺	5~6	5~6
改 进 剂	邻苯二甲酸二丁酯	(0~10)	(0~10)
	铸石粉	(180~220)	180~200
	石英粉或瓷粉	150~200	(150~200)
填 料	石墨粉	(80~120)	(90~150)

注: 1.表中括号内的数据为代用材料数据。

2.乙二胺纯度按100%计。

3.NJ-2型为无毒性固化剂。

附录E 衬里传热计算实例

已知一个钢壳厚度为6mm的矩形衬里设备，内衬一层10mm玻璃钢隔离层，一层18mm辉绿岩铸石板和一层113mm厚耐酸瓷砖。介质温度为100°C，室温为20°C。以此例为题计算各层温度，见图E1-1。

E.1 各层热阻计算：

耐酸瓷砖热阻 R_1 ：

$$R_1 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0.113}{1.2} = 0.0942 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C) / W}$$

辉绿岩铸石板热阻 R_2 ：

$$R_2 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0.018}{0.98} = 0.0184 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C) / W}$$

玻璃钢层热阻 R_3 ：

$$R_3 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0.01}{0.15} = 0.067 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C) / W}$$

钢壳热阻 R_4 ：

$$R_4 = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0.006}{55} = 1.09 \times 10^{-4} \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C) / W}$$

钢壳对室内空气的给热热阻 R_H ：

$$R_H = \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{8} = 0.125 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C) / W}$$

衬里内侧表面的吸热热阻 R_B ：

$$R_B = \frac{1}{\alpha_B} = \frac{1}{290} = 3.45 \times 10^{-3} \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C) / W}$$

总热阻 R_o ：

$$\begin{aligned} R_o &= R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_H + R_B \\ &= 0.0942 + 0.0184 + 0.067 + 1.09 \times 10^{-4} + 0.125 + 3.45 \times 10^{-3} \\ &= 0.308 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C) / W} \end{aligned}$$

E.2 各层表面温度计算：

耐酸瓷砖表面温度 t_1 ：

$$\begin{aligned} t_1 &= t_B - \frac{t_B - t_H}{R_o} R_B \\ &= 100 - \frac{100 - 20}{0.308} \times 3.45 \times 10^{-3} \\ &= 99.1^\circ\text{C} \end{aligned}$$

辉绿岩铸石板表面温度 t_2 ：

$$t_2 = t_B - \frac{t_B - t_H}{R_o} (R_B + R_1)$$

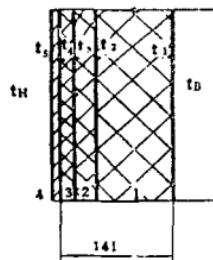


图 E1-1

$$= 100 - \frac{100-20}{0.308} \times (3.45 \times 10^{-3} + 0.0942)$$

$$= 74.6^\circ\text{C}$$

玻璃钢层表面温度 t_3 :

$$t_3 = t_B - \frac{t_B - t_H}{R_o} (R_B + R_1 + R_2)$$

$$= 100 - \frac{100-20}{0.308} \times (3.45 \times 10^{-3} + 0.0942 + 0.0184)$$

$$= 69.9^\circ\text{C}$$

钢壳内表面温度 t_4 :

$$t_4 = t_B - \frac{t_B - t_H}{R_o} (R_B + R_1 + R_2 + R_3)$$

$$= 100 - \frac{100-20}{0.308} \times (3.45 \times 10^{-3} + 0.0942 + 0.0184 + 0.067)$$

$$= 52.6^\circ\text{C}$$

钢壳外表面温度 t_5 :

$$t_5 = t_B - \frac{t_B - t_H}{R_o} (R_B + R_1 + R_2 + R_3 + R_4)$$

$$= 100 - \frac{100-20}{0.308} \times (3.45 \times 10^{-3} + 0.0942 + 0.0184 + 0.067 + 1.09 \times 10^{-4})$$

$$= 52.5^\circ\text{C}$$

附录F 主要原材料的质量要求

砖板衬里化工设备所采用的主要原材料质量应符合本附录的规定。

F.1 砖板

F.1.1 耐酸瓷砖(板)应符合GB 8488-87《耐酸砖》的规定。

F.1.2 辉绿岩、玄武岩铸石板应符合JC 242-81《通用普型铸石制品》和JC 243-81《通用异型铸石制品》的规定。

F.1.3 耐酸耐温陶砖(板)的物理化学性能应符合表F-1的要求。砖板形状应规则，几何尺寸允许偏差为±2mm。砖板表面不得有缺角、裂缝和气孔等缺陷。

表F-1

耐酸耐温陶砖的物理化学性能

性 能	面 砖	背 砖
耐酸率, %	>97	>97
气孔率, %	13~16	8~12
抗压强度, MPa	>117.6	>147
抗渗透性(水压不透), MPa	0.3 (30min)	0.8 (60min)
热稳定性	200°C→20°C, 二次不裂	300°C→20°C, 二次不裂

F.1.4 不透性石墨板的物理机械性能应符合表F-2的要求。砖板形状应规则，尺寸允许偏差±2mm。砖板表面不得有缺角、裂缝和深度超过2mm的孔隙或凹坑等，并不得有成片的树脂膜存在。

表F-2

不透性石墨板的物理机械性能

性 能	酚醛浸渍石墨	改性酚醛浸渍石墨	水玻璃浸渍石墨	呋喃浸渍石墨
密 度, t/m ³	2.03	1.3	—	1.8
吸水率, %	—	1.25~2.5	—	—
抗压强度, MPa	>58.3	>39.2	>40.7	>49.0
抗拉强度, MPa	>12.74	>7.8	>5	>7.8
抗渗透性(水压不透), MPa	0.6	0.6	0.3	0.6
浸渍深度, mm	≥15	≥15	≥15	≥15

F.2 填 料

辉绿岩、玄武岩铸石粉应符合JC 245-81《铸石粉》的规定。其它填料的主要技术指标或组成应符合表F-3至表F-8的要求。

表F-3 硫酸钡粉主要技术指标

性 能	指 标
外 观	白色结晶粉末
密 度, t/m^3	4.5~4.6
纯 度, %	≥97
含水率, %	≤1
细 度 目	<150

表F-4 石墨粉主要技术指标

性 能	指 标
灰 份, %	≤1.5
挥 发 份, %	≤3
水 份, %	≤0.5
含 碳 量, %	≥95
细 度 目	<120

表F-5 1G1 负 酸 灰 组 成

组 成	氟硅酸钠	石 英 粉	长 石 粉	矾 土 渣	硅 胶
质量要求	水份<0.3% 含量>99%	水份<0.3% SiO_2 >98%	水份<0.3% SiO_2 >65%	SiO_2 >49%	工业用
规 格(目)	<180	80~120	<180	40~120	<180
重 量 比, %	6.5	11.5	15	23.2	34.3
				7.5	2.0

表F-6 KPI粉料主要技术指标

性 能	指 标
耐酸度, %	>95
含水率, %	<0.5
粒度%	0.09mm筛孔筛余量 0.45mm筛孔筛余量
	50~55 5~15

表F-7 其它填料主要技术指标要求

性 能	指 标
耐酸度, %	>98
含水率, %	<1
细 度 目	100~130
碳酸盐含量, %	无
铁等金属盐含量, %	<0.1

注: * 小于200目的粉料筛余量不宜大于15~20%。
** 用作水玻璃胶泥和采用胺类固化剂的环氧胶泥填料时, 可不作要求。

F.3 粘结剂

环氧树脂应符合HG2-741-72《E型环氧树脂》的规定。其主要技术指标见表F-8。其它粘结剂的主要技术指标应符合表F-9至表F-11的要求。

表F-8 环氧树脂主要技术指标

性 能	E-44	E-42
外 观	淡黄色至棕黄色 粘厚透明液体	
环氧值(当量/ $100g$)	0.41~0.47	0.38~0.45
软化点($^{\circ}C$)	12~20	21~27

表F-9 水玻璃主要技术指标

性 能	指 标
钾水玻璃	钠水玻璃
外 观	无色透明液体 无杂质
模 数	2.6~2.8
密度, t/m^3	1.38~1.42

表F-10 2130酚醛树脂主要技术指标

性 能	指 标
外 观	棕红色粘稠液体
游离酚, %	<10
游离醛, %	<2
含水率, %	<12
粘度(20°C, 涂-4粘度计), s	1000~1500

F-11 呋喃树脂主要技术指标

性 能	糠醇树脂	糠酮树脂	YJ 呋喃树脂
外 观	红棕色粘稠液体	黑褐色粘稠液体	棕褐色液体
密 度, t/m³	1.12	1.16	—
树脂含量, %	>95	>94	—
灰 份, %	<3	<3	—
水 份, %	<1	<1	—
pH值	7~8	7	—
粘度, s (25°C涂-4粘度计)	600~ 1300	600~ 1300	20~30

F.4 固化剂

氯硅酸钠应符合HG1-211-65《氯硅酸钠》的规定,其主要技术指标见表F-12。其它固化剂的主要技术指标应符合表F-13至F-21的要求。

表F-12 氯硅酸钠主要技术指标

性 能	指 标
外 观	白色或淡黄色
纯 度, %	≥95
含水率, %	≤1
细 度 目	<100

表F-13 苯碳酰氯主要技术指标

性 能	指 标
外 观	白色透明液体
熔 点, °C	14.5
纯 度, %	≥95
水 份, %	<2
游离酸, %	<1

表F-14 对甲基苯碳酰氯主要技术指标

性 能	指 标
外 观	白色结晶粉末
熔 点, °C	>64
纯 度, %	≥97
水 份, %	<2

表F-15 乙二胺主要技术指标

性 能	指 标
外 观	无色透明液体
纯 度, %	≥70
水 份, %	<1

表F-16 NJ-2型主要技术指标

性 能	指 标
外 观	红棕色透明粘稠状液体
密度(20°C)， t/m^3	$1.08 \sim 1.10$
粘度(涂-4粘度计)， s	$300 \sim 600$
胺值， mgKOH/g	650 ± 50

表F-17 NL型主要技术指标

性 能	指 标
外 观	暗灰色粘状液体
密 度， t/m^3	1.16
酸度(以 H_2SO_4 计)， %	18 ± 2
游离酸， %	< 6
粘度(25°C ，涂-4粘度计)， s	$20 \sim 30$

表F-18 590* 主要技术指标

性 能	指 标
外 观	黄至棕褐色高粘度液体
软化点， $^{\circ}\text{C}$	≤ 20
固化时间($40 \pm 5^{\circ}\text{C}$)， min	≤ 120

表F-19 T31型主要技术指标

性 能	指 标
外 观	透明的棕色粘稠液体
密度， t/m^3	1.08
胺值， mgKOH/g	$460 \sim 480$
粘度， $\text{Pa} \cdot \text{s}$	$1.1 \sim 1.3$

表F-20 硫酸主要技术指标

性 能	指 标
外 观	无色透明液体
密 度， t/m^3	1.84
纯 度， %	≥ 98
无机物， %	< 0.5

表F-21 乙醇主要技术指标

性 能	指 标
外 观	无色透明液体
密 度， t/m^3	0.79
纯 度， %	≥ 98
无机物， %	< 0.5

F.5 改进剂等材料的主要技术指标应符合表F-22至表F-23的要求。

表F-22 邻苯二甲酸二丁酯主要技术指标

性 能	指 标
外 观	无色液体
密 度， t/m^3	1.05
熔 点， $^{\circ}\text{C}$	-35
酯含量， %	—
pH值	—
灰 份， %	—

表F-23 二氯丙醇主要技术指标

性 能	指 标
外 观	无色透明液体
密 度， t/m^3	1.345
纯 度， %	> 92
沸 点， $^{\circ}\text{C}$	174
含水率， %	< 3
pH值	$6 \sim 7$

砖板衬里化工设备

HG/T 20676—1990

编 制 说 明

本标准是根据CD 130A11-85《砖板衬里设备设计技术规定》和CD 130A12-85《砖板衬里设备技术条件》修订而成。

1 总 论

1.1 范 围

(1) 砖板衬里是化工设备中常用的防腐蚀措施之一。根据国内调查，大多数砖板衬里化工设备都是以钢为壳体。采用的砖板材料以耐酸瓷砖(板)、耐酸耐温陶砖(板)、铸石板和不透性石墨板四种为最广泛，使用的胶泥以水玻璃胶泥和树脂胶泥两类为最普遍。这些材料在砖板衬里中的应用和施工技术已具备了成熟的经验，因此，本标准将上述材料列为衬里设备的基本材料。

(2) 原CD 130A11-85《砖板衬里设备设计技术规定》中，设计温度范围不能超过200°C。在这次修订工作中，不少单位反映，采用水玻璃胶泥衬砌的衬里设备可以在较高温度下使用，国内已有不少使用实例。由于衬里设备的温度使用范围主要取决于衬里材料耐热性能、耐腐蚀性能、线膨胀系数和对温度变化的稳定性。只要这些条件具备，就可以在较高的温度下使用。所以，本标准对衬里设备的设计温度范围不再作硬性规定。

(3) 本世纪五十年代前，由于耐腐蚀材料性能的限制，砖板衬里只能用于常温常压(或压力很低)的化工设备中。随着许多新型耐腐蚀材料的出现，以及预应力衬里技术的应用，砖板衬里设备的使用范围已趋向温度高、压力高的方向发展。例如，造纸工业的纤维素蒸煮锅，其操作压力达到1.3MPa，操作温度达到190°C；吉林引进的乙醇装置中，乙烯水合反应器设计压力达到8.33MPa，设计温度达到340°C。这些设备都采用了砖板衬里结构。在国内的化工生产中，除少数引进设备外，多数砖板衬里化工设备的操作压力范围在0.3MPa左右，只有个别设备在0.6MPa以上。在调查中，大多数施工和使用单位认为，对于压力在0.6MPa以下的砖板衬里设备，国内在使用和施工技术上已有成熟经验。因此，把设计压力确定在0.6MPa是有基础的。

(4) 与工业炉材料不同，砖板衬里设备选用的砖板和胶泥不能受到火焰和辐射的作用。另外，由于胶泥与钢壳的粘结强度较低，故衬里设备不能承受剧烈震动和冲击。至于预应力衬里设备，在化工生产中基本上还没有采用。原因是大多数设备操作压力和操作温度都不太高，一般的砖板衬里设备都能胜任。此外，许多单位对预应力衬里技术比较生疏，缺乏理论指导和实践。基于这种现状，本标准未编入预应力衬里设备所必需的有关技术条文，因此本标准也不适用于预应力衬里设备。

1.3 定义

(1) 与单一钢制容器所不同的是，砖板衬里化工设备的设计压力和设计温度都是指作用于砖板衬里内表面的设计工况条件。

(2) 底层的作用是防止喷砂后金属表面产生新的锈蚀，提高砖板衬里层与金属壳体或隔离层之间的粘结力，防止酚醛胶泥或呋喃胶泥的酸性固化剂对钢壳的腐蚀。隔离层的作用是防止渗透砖板衬里层的腐蚀介质对钢壳的腐蚀。隔离层与底层之间没有严格的界限，隔离层本身也起底层作用，如衬橡胶等。底层采用树脂时，也相当于加了一层涂料隔离层。

2 砖板

2.1 总则

(1) 选用的砖板应对腐蚀介质具有良好的耐腐蚀性能，能承受操作过程中温度变化、压力等负荷或者操作过程中的机械震动、搅拌、物料冲刷、磨损等。耐酸陶瓷和铸石板都具有较高的耐腐蚀性能，在强氧化性酸中都很稳定；在稀碱液中，铸石板较耐酸陶瓷板稳定。铸石板还抗悬浮颗粒磨损。当机械震动较大时，铸石板比陶瓷板易脱落。要求导热系数高的衬里砖板，只能选择不透性石墨板，石墨板耐温度剧变性能也很好，对不同的腐蚀介质可选择不同的浸渍剂。

(2) 常用砖板的物理机械性能和耐腐蚀性能表主要来源于参考资料〔1〕、〔10〕、〔13〕^{*}。常用砖板规格除了选用相应的砖板标准外，对一些化工设备中常用的，但还未标准化的规格也予编入，以供设计选用。

2.3 铸石板不易手工加工。目前各种铸石板规格和型式已有JC标准，选用方便。在衬里异形部位应尽量选用异形板。

3 胶泥

3.1 总则

(1) 一般地说，介质腐蚀性越厉害，对胶泥的抗腐蚀要求也越高。介质的操作压力或操作温度越高，胶泥的溶解度越大；介质的渗透性越强，对胶泥的密实性要求越高。对于同一种介质，可以有几种耐腐蚀胶泥可选用。所以，选择胶泥时，不仅应考虑胶泥的良好耐腐蚀性能、热稳定性能和机械性能，而且还应考虑胶泥的密实性、经济性和施工工艺。

本标准附录C所列的常用胶泥物理机械性能和耐腐蚀性能，主要是以参考资料〔1〕^{*}和〔12〕^{*}等进行整理的。

(2) 水玻璃胶泥固化后的主要成份为SiO₂，其线膨胀系数与钢相似，热稳定性较其它树脂胶泥高得多，国内有用于温度在400℃以上的使用实例（气相介质）。树脂胶泥的耐热性能受到材料马丁耐热度的限制，所以使用温度要比水玻璃胶泥低得多。

(3) 各种胶泥配方的来源，主要是根据国内大多数生产单位的实际使用情况。为了将成熟可靠的配方推荐给大家，方便施工，我们将各种配方作了编号。胶泥编号表示方法是以

* 参考资料索引列在文末。

胶泥品种的第一个拼音字母作为代号字头，同种胶泥不同配方以阿拉伯字母依次为序。例如，水玻璃胶泥的第一种配方编号为S-1。设计选用时只要写明胶泥编号即可。如果对固化剂、改进剂和填料有选择要求，可在胶泥编号后面写明材料名称。

(4) 在许多情况下，采用不同的填料配制成的胶泥，其物理机械性能和抗介质腐蚀性能也不同。例如，以石墨粉为填料配制成的酚醛胶泥，抗拉强度为10MPa左右，而以硫酸钡为填料配制成的酚醛胶泥，抗拉强度只有6MPa。又如，在氢氟酸作用时，酚醛胶泥的填料如果采用瓷粉，则氢氟酸就要与瓷粉的主要成份 SiO_2 起作用，生成挥发性的氟化物，从而破坏胶泥缝；反之，如果选用石墨粉为填料，则氢氟酸不会与石墨成份中的碳作用，因而不会影响胶泥性能。为了方便设计选用，本标准将几种常用填料的性能的比较列于表3-2中。表3-2是参照参考资料[1]和资料[4]等有关内容整理的。

(5) 胶泥只有在充分固化后，才能成为不溶不熔固化物，才能具有一定的物理化学性能。未充分固化的胶泥易被介质溶解，因此，砖板衬里施工完毕后，必须进行充分的固化处理。固化处理有两种方法，一种是常温养护固化，另一种是热处理。大多数的胶泥自然固化时间很长，结果使砖板衬里施工周期拖得很长。热处理能大大缩短胶泥固化时间，并能使胶泥得到充分的固化，提高胶泥的耐腐蚀性能。例如，呋喃胶泥经过热处理能形成稳定的体型结构，从而提高了呋喃胶泥的耐酸和耐碱性能。所以，在条件允许的情况下，胶泥可采用热处理固化。国内许多单位都已这样做了。

3.2 水玻璃胶泥

水玻璃胶泥原料易得，价格低廉，施工方便，在常温下固化程度也较好。此外，它还具有独特的耐高温性能，因此水玻璃胶泥已广泛用于酸性介质、有机介质和耐热的衬里设备中。但是，水玻璃胶泥在碱性溶液和含氟气体等介质中，易发生化学反应，造成结构破坏。另外，水玻璃胶泥固化后，生成物中有氟化钠、水和残存的未参与反应的硅酸钠与氟硅酸钠，这些产物能溶于水和稀酸中。再者，由于水份蒸发，胶泥内留有很多细小通道，使胶泥孔隙率增大，抗渗性降低。IG1胶泥和KPI胶泥采用了复合填料，胶泥的耐水性和抗渗性有所提高。

水玻璃最常用的固化剂是氟硅酸钠。此外还有氟硅酸钾、氟硅酸钠-氧化铅复合固化剂等，这些材料使用不多，故未列入本标准。

3.3 酚醛胶泥

酚醛胶泥是砖板衬里中广泛使用的胶泥之一。与水玻璃胶泥相比，酚醛胶泥抗拉、抗压和抗渗性好，粘结强度也高。酚醛胶泥广泛用于除碱性介质和氧化性酸等介质以外的衬里设备中。

酚醛胶泥最常用的固化剂为苯磺酰氯、对甲苯磺酰氯和硫酸乙酯，硫酸乙酯无毒性，但性能不如前两者。新型的NL酚醛胶泥固化剂属低毒或无毒性固化剂，胶泥性能良好，可以推广应用。

3.4 呋喃胶泥

呋喃胶泥耐非氧化性酸和耐酸碱性能好，使用温度较高。呋喃胶泥需经热处理才能形成稳定的、耐腐蚀性能好的体型结构。呋喃胶泥收缩性和脆性较大，不能单独用作涂面保护。呋喃胶泥常用的固化剂有苯磺酰氯、苯磺酰氯-磷酸混合液和硫酸乙酯等。其中硫酸乙酯酸度比用作酚醛胶泥固化剂时高得多。

3.5 环氧胶泥

环氧胶泥一般用低分子量环氧树脂配制，常用的有E-42、E-44。环氧胶泥具有一定的耐酸耐碱性能，其粘结强度高，收缩性小。但因环氧树脂价格较高，故较少单独使用。环氧胶泥常用固化剂有乙二胺、二乙烯三胺、NJ-2型、590*和T31型等。其中590*属低毒性，新型的NJ-2型和T31型属无毒性级。

3.6 改性胶泥

许多单位常以环氧树脂用于其它胶泥改性，如以环氧树脂用于呋喃胶泥和酚醛胶泥改性。改性后胶泥的粘结强度和韧性都得到了提高，但其耐腐蚀性能却有所降低，因此使用时应注意。以环氧树脂改性的酚醛胶泥固化剂可采用环氧胶泥固化剂，也可采用酚醛胶泥固化剂，以环氧树脂改性的呋喃胶泥固化剂可用环氧胶泥固化剂，也可用呋喃胶泥固化剂。

4 隔离层

4.1 总则

(1) 隔离层的作用主要是防止渗透过砖板或胶泥的腐蚀介质对钢壳的腐蚀。选择隔离层材料时，必须考虑在隔离层表面工作温度下材料对腐蚀介质的耐腐蚀性能，以及材料施工工艺和经济合理性。

(2) 隔离层材料最高使用温度，主要是基于材料的机械性能、施工工艺、与钢壳的粘结力等性能和国内使用经验而确定。因此，对于特定条件(介质浓度、压力和温度等)下的材料抗腐蚀性能，还应查阅其它有关资料。国内常用的隔离层材料主要是表4-1所列的几种，其它如聚异丁烯板、耐酸石棉板、沥青玻璃布等，在砖板衬里化工设备中用得不多，故不作推荐。

5 衬里结构设计与传热计算

5.1 总则

(1) 根据现场施工经验，当钢壳内径小于 $\phi 800\text{mm}$ 时，施工较困难，故一般都采用分节衬砌。一般筒节长度为1500~2000mm时，衬砌砖板应选用适当宽度的砖板。但如砖板过宽，不仅砖板弦高部分胶泥浪费太多。砖板受力不好。而且上下两圈砖板间凹凸程度也更悬殊，对衬里抗腐蚀不利。在多层砖板衬里中，内层采用素面砖可以提高内外层砖板之间的粘结力。釉面砖板一般在考虑产品洁净时，才在衬里表面层采用。

(2) 衬里结构和层数设计，首先应从工艺操作条件出发，选择合理的衬里材料，再根据介质特性采用单层、双层或复合衬里的结构型式。对衬里的薄弱部位(例如接管与壳体连接处等)，更应慎重地采取必要的防范措施，在节点中详细描绘清楚。

5.2 衬里结构

(1) 一般单层砖板衬里只用于气体腐蚀介质或腐蚀性不太强的设备中。双层砖板衬里结构不仅可用于一般腐蚀性较强、条件较苛刻的环境中，而且也可在压力较大、温度较高、渗透性较强的条件下应用。对于强腐蚀、强渗透介质，可采用双层砖板加隔离层的复合衬里或两层以上的多层砖板衬里。除非条件较为特殊，一般不推荐采用三层或三层以上的衬里结构，因为层数增加，不仅成本提高，而且造成设备更加笨重。只有在无条件采用复合衬里结

构时，才考虑多层衬里结构。

(2) 砖板缝采用错缝排列。可以减少砖缝重合，从而减少介质渗透的可能。这对延长衬里设备的寿命是有益的。表5-2所列的胶合缝间隙大小是根据国内多数使用单位的经验确定的。胶合缝有挤缝和勾缝两种。国内大多数衬里设备采用挤缝。勾缝虽能节省树脂胶泥，降低施工成本，但从国内一些单位使用和反映来看，认为勾缝施工麻烦，内外胶泥结合力差，衬里质量不好。因此，本标准推荐采用挤缝。

5.3 衬里局部结构

顶盖、底与筒体连接部位、开孔和接管连接部位等是衬里中的薄弱环节。这些部位处理不当，就会发生渗漏以致于发生事故。本标准推荐了一些部位的衬里结构供设计选用。节点结构主要参考了资料〔1〕和〔4〕，编写时，根据国内有关厂家的经验作了一些补充和修改。

5.4 传热计算

砖板衬里层中，各层材料的工作温度都要受到材料本身最高允许使用温度的限制。例如，铅层最高工作温度不应超过140℃，玻璃钢最高工作温度不应超过100℃。所以，在确定衬里各层厚度时，必须进行传热计算。

衬里层的传热计算应包括衬里层内各层之间稳定态热传导计算和衬里层内外两侧的对流换热计算。设计时，由于各种原因，计算所需要的有关参数很难掌握，所以不能进行比较精确的计算。资料〔1〕介绍了有关砖板衬里传热计算的简略方法，我们征求了一些单位的意见，认为可以推荐使用。这次编制时，对该计算部分内容进行了核对和修改，并将单位换算成法定计量单位。

6 施工技术条件

6.1 总 则

(1) 喷砂处理不仅可以除掉钢壳内表面的铁锈，而且能增加金属表面的吸附能力。表面处理后，除了比表面积增加使总的粘结力增大以外，钢壳表面的麻坑犹如无数个着力的锚点，当衬里受不同性质的力（如机械力、收缩力、温差应力等）作用时，粘结力总是从不同角度来阻碍衬里的形变和阻止与金属壳体相分离。有关钢壳表面的喷砂除锈质量标准，在CD130A10-85《衬里钢壳设计技术规定》中已作规定。本标准根据各衬里质量要求的不同，作出了不同的规定。

(2) 施工环境对砖板衬里的质量影响很大，特别是环境温度和湿度。以水玻璃胶泥施工为例。温度过低时，水玻璃和氟硅酸钠的水解反应进行缓慢，水份排除速度也慢，以致反应不完全或部分水份滞留在胶泥内部。温度过高时，水玻璃和氟硅酸钠水解过快，水份大量蒸发，以致胶泥气孔率增大，抗渗性降低。温度过高过低还会造成施工困难。环境湿度大，胶泥中的挥发成份散发速度慢，从而减缓了胶泥的固化速度，甚至使部分挥发成份仍停留在胶泥内，影响胶泥的物化性能。根据上海、天津、大连等地施工经验表明，相对湿度大于80%时，胶泥固化时间长，影响施工质量。查我国重点城市和地区的相对湿度，冬季在70%左右，夏季在75%左右，超过80%的地区为数不多。

(3) 砖板衬里的质量，除了衬里材料的质量外，主要取决于衬里施工质量。因此，衬里施工不但需要有一个严格的施工规程，实行严格的技术监督，而且需要一支既有化工防腐

蚀理论知识，又有熟练的衬里衬砌技术的队伍。目前，国内许多单位很重视这方面人员的培训和考核，已拥有了-一支实力较强的防腐蚀施工专业队伍。

6.4 砖板衬砌

(1) 调查表明，衬里最容易发生渗漏的地方，多在转角处、碎砖和胶泥填充处。为了改善薄弱环节，在砖板不足处应采用经切割的异形砖来衬砌，不得采用碎砖和胶泥填塞。

(2) 表6-1所列设备衬里尺寸允许偏差是在CD 130A12-85《砖板衬里设备技术条件》表5-3基础上略作修改而成。对内部设有运转部件的设备，设计可以根据实际情况提出必要的补充要求。

6.5 固化和酸化处理

(1) 胶泥只有在充分固化后才能具有所要求的物理机械性能和耐腐蚀性能。施工中的衬里固化工作应包括中间和完工后两部分。热处理可以使胶泥固化比较充分，缩短固化周期。热处理工作要求细致，升温和降温速度要缓慢。升温温度太急，易使胶泥产生裂纹，更严重的会使衬里层与钢壳脱离。

(2) 采用水玻璃胶泥衬砌的衬里，由于水玻璃和氯硅酸钠的固化反应不可能进行得完全彻底，未形成硅酸凝胶的水玻璃是不耐腐蚀的，在酸度不大的介质中就可溶解。酸化处理可加速反应进程，使未参与反应的水玻璃分解，生成二氧化硅。酸化处理3~4次，大约可在厚1mm左右表面形成坚硬的膜。

6.6 试样、试验和验收

(1) 衬里设备在受热受压或在介质腐蚀性能较强的操作条件下，对所选用的胶泥质量要求较其它情况下要高。目前，对砖板衬里的质量还缺乏有效的测试手段。一些单位把胶泥的试样制备和试验作为保证衬里质量的手段之一，效果较好。因此，本标准对操作条件比较苛刻的设备衬里提出制备试样的要求。为了使试样更接近真实情况，试样应随同衬里一起完成各项工序（如养护、热处理和酸化处理等）。试样试验项目可由设计者根据具体情况确定，但至少应做抗压和粘结强度试验。

(2) 验收是确保衬里每一施工工序质量的重要环节。砖板衬里质量验收应包括中间验收和竣工验收。竣工验收只能检查衬里外观表面层质量。因此，对于面层以内各层及其它将被后续工序所复盖的隐蔽工程部位，必须通过中间验收来达到质量要求。验收时必须认真检查和评议，并做好记录。

6.7 质量证明书、运输和保护

(1) 为了加强砖板衬里设备的管理，有关砖板衬里的设备质量证明资料都应存档备查。

(2) 砖板衬里与钢壳的热膨胀系数相差很大，胶泥与钢壳的粘结力较低。此外，多数胶泥不耐高温。因此，衬里设备不能承受焊接、敲击、剧烈震动和较大的扭弯应力。衬里设备施工安装、使用和维护时应加以注意。

参 考 资 料

- 〔1〕石油化工实用防腐技术第12册《耐腐蚀砖板衬里》，
- 〔2〕石油化工实用防腐技术第11册《不透性石墨》，
- 〔3〕石油化工实用防腐技术第7册《合成树脂及玻璃钢》，
- 〔4〕化工设备设计手册《非金属防腐蚀设备》，
- 〔5〕《耐酸砖板衬里技术规程》，化基规702-62
- 〔6〕《化工设备管道防腐蚀施工及验收规范》，HGJ 29-852
- 〔7〕《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》，TJ 212-76
- 〔8〕《耐酸砖》，GB 8488-87
- 〔9〕《铸石标准》，JC 242-81～JC 243-81
- 〔10〕《不透性石墨技术条件》，HG 5-1319-80
- 〔11〕英国标准实施规范《化工容器及设备衬里》，第十部分“砖、板衬里”，1970
- 〔12〕《腐蚀数据手册》，左景伊编
- 〔13〕《化工工艺设计手册》，第二册
- 〔14〕化工设备标准手册《非金属化工设备与零部件》，