



中华人民共和国国家标准

GB/T 21432—2021
代替 GB/T 21432—2008

石墨制压力容器

Graphite pressure vessels

2021-03-09发布

2021-07-01实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 通用要求	3
5 材料	3
6 设计	4
7 制造	6
8 检验和验收	9
9 容器出厂要求	11
附录 A (规范性附录) 浸渍工艺评定	13
附录 B (规范性附录) 粘结工艺评定	17
附录 C (规范性附录) 不透性石墨材料渗透系数试验方法	21

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 21432—2008《石墨制压力容器》，与 GB/T 21432—2008 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 修改了标准的温度范围(见第 1 章,2008年版的 1.2),删除了范围中金属受压元件的要求(见 2008年版的 1.3);
- 修改了规范性引用文件(见第 2 章,2008年版第 2 章);
- 删除了部分术语和定义(见 2008年版的 3.1、3.2、3.3、3.4),增加了术语和定义(见 3.2、3.8、3.9、3.10、3.11),修改了部分术语和定义(见 3.1、3.3、3.4、3.6、3.7,分别为 2008年版的 3.5、3.6、3.7、3.9、3.10);
- 将“要求”修改为“通用要求”,并细分了要求(见第 4 章);将 2008年版的“材料”相关内容修改后独立成章(见第 5 章,2008年版的 4.2);
- 增加了石墨制压力容器的主要材料(见 5.1),修改了材料质量证明书中的项目(见 5.3,2008年版的 4.2.1);
- 增加了石墨材料工艺评定要求(见 5.5),修改了不透性石墨材料物理力学性能(见 5.7,2008年版的 4.2.6);
- 增加了粘结剂使用前要做工艺评定的要求,并将 2008年版的有关内容修改后纳入(见 5.8,2008年版的 4.2.3、4.2.8);
- 增加了浸渍剂质量控制的要求(见 5.9),增加了“新材料使用”,并将 2008年版的有关内容修改后纳入(见 5.10,2008年版的 4.2.9);
- 删除了材料中的部分内容(见 2008年版的 4.2.13、4.2.14)、设计总则中的部分内容(见 2008年版的 5.1.1、5.1.2);
- 增加了石墨元件和金属元件设计要求(见 6.1.1),修改了设计文件内容(见 6.1.2,2008年版的 5.1.3)、设计选材要求(见 6.1.3,2008年版的 5.1.4);
- 增加了试制压力容器要求(见 6.1.5)、“粘结试件”(见 6.3),修改了许用应力的确定方法以及安全系数的取值(见 6.2.1,2008年版的 5.2.1)、粘结系数 ψ 的取值(见 6.2.2,2008年版的 5.2.2)、计算公式(见 6.4.1、6.4.2 和 6.4.3,2008年版的 5.3、5.4、5.5);
- 删除了制造总则中的部分内容(见 2008年版的 6.1.1、6.1.2、6.1.3);
- 修改了制造单位制造要求(见 7.1.1、7.1.2,2008年版的 6.1.4);增加了粘结工的要求(见 7.1.4)、材料复验取样及结果要求(见 7.1.5);

- 增加了“设计变更和材料代用”“材料入厂检验、分割与标志”“材料复验”,并将 2008年版的有关内容修改后纳入(见 7.2、7.3、7.4,2008年版的 4.2.10、6.1.5、7.2.3、4.2.11、4.2.12);
- 增加了粘结作业场所的温度要求(见 7.5.1.1);增加了“粘结缝要求”,并将 2008年版的有关内容修改后纳入(见 7.5.3,2008年版的 6.2.4);修改了苯磺酰氯作固化剂的作业场所要求(见 7.5.1.2,2008年版的 6.2.5)和“粘结工艺评定”(见 7.5.2,2008年版的 6.2.1);
- 增加了材料“修补”(见 7.5.4)、浸渍工艺评定要求(见 7.6.2);
- 将“试样”修改为“试件与试样”,并将 2008年版的有关内容修改后纳入(见 7.8.1、7.8.3,2008年版的 6.5.1、6.5.2);增加了浸渍试件和粘结接头试件的要求(见 7.8.4、7.8.5);
- 修改了技术文件保存期限(见 8.1.2)、产品质量证明书填写要求(见 8.1.3,2008年版的 7.1.3),

- 将“原材料的检验”修改为“浸渍石墨材料的检验”(见 8.2,2008年版的 7.2);
- 修改了部分标准号(见 8.2.4、8.2.5、8.2.6,分别为 2008年版的 7.2.1.3、7.2.1.4、7.2.1.5、7.2.2.1);
 - 增加了“石墨管水压试验或者气压试验”及“石墨块件水压试验或者气压试验”(见 8.3.2、8.3.3);
 - 增加了容器“外观检查”“检验要求”和“容器泄漏试验”(见 8.4.1、8.4.2、8.4.4),修改了水压试验压力表的等级、试验压力、升压要求(见 8.4.3,2008年版的 7.4.2),修改了气密性试验压力和保压时间(见 8.4.4.4,2008年版的 7.4.3);
 - 将“质量证明文件、标志、油漆、包装、运输”修改为“容器出厂要求”(见第 9章),修改了容器出厂证明文件内容(见 9.1.1,2008年版的 8.1)、竣工图要求(见 9.1.2,2008年版的 8.1.1);增加了质量证明书中的部分内容(见 9.1.3,2008年版的 8.1.2)、铭牌中包含的内容(见 9.1.6,2008年版的 8.1.5);
 - 修改了附录浸渍工艺评定的章节编排(见附录 A,2008年版的附录 B),增加了“一般要求”(见 A.1)、“工艺评定报告”(见 A.5);
 - 修改了附录粘结工艺评定的章节编排(见附录 B,2008年版的附录 A),增加了“粘结接头试样”(见 B.3)、“粘结工艺评定报告”(见 B.6);
 - 增加了不透性石墨材料渗透系数试验方法(见附录 C)。

本标准由全国锅炉压力容器标准化技术委员会(SAC/TC262)提出并归口。

本标准起草单位:中国工业防腐蚀技术协会、南通山剑石墨设备有限公司、鲁西集团有限公司(平阴鲁西装备科技有限公司)、合肥通用机械研究院有限公司、南通星球石墨设备有限公司、南通三鑫碳素石墨设备有限公司、山东赫达股份有限公司、上海贤达美尔森过程设备有限公司、西格里石墨技术(上海)有限公司、南通市石墨设备设计研究所、大同宇林德石墨设备股份有限公司、南通京通石墨设备有限公司、南通贝思特石墨设备有限公司、上海市特种设备监督检验技术研究院、江苏理文化工有限公司、南通理工学院。

石墨制压力容器

1 范围

本标准规定了石墨制压力容器的通用要求、材料、设计、制造、检验和验收及容器出厂要求。本标准适用于具备以下条件的石墨制压力容器：

- 工作压力大于或等于 0.1 MPa,设计压力不大于 2.4 MPa;
- 设计温度 -70 °C ~ 205 °C ;
- 盛装介质为气体、液化气体或介质最高工作温度高于或等于其标准沸点的液体。

本标准不适用于下列石墨容器：

- 直接火焰加热的石墨容器；
- 核能装置中的石墨容器；
- 浇铸石墨容器；
- 主要应力由金属外壳承受的石墨砖板衬里设备。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 150.1 压力容器 第 1部分:通用要求
- GB/T 150.2 压力容器 第 2部分:材料
- GB/T 150.3 压力容器 第 3部分:设计
- GB/T 150.4 压力容器 第 4部分:制造、检验和验收
- GB/T 151 热交换器
- GB/T 1431 炭素材料耐压强度测定方法
- GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
- GB/T 8721 炭素材料抗拉强度测定方法
- GB/T 13465.1 不透性石墨材料试验方法 第 1部分:力学性能试验方法总则
- GB/T 13465.2 不透性石墨材料试验方法 第 2部分:抗弯强度

GB/T 13465.3 不透性石墨材料试验方法 第3部分:抗压强度
GB/T 13465.5 不透性石墨酚醛粘接剂收缩率试验方法
GB/T 13465.6 不透性石墨管水压爆破试验方法
GB/T 13465.8 不透性石墨粘接剂粘接剪切强度试验方法
GB/T 13465.9 不透性石墨粘接剂粘接抗拉强度试验方法
GB/T 13927—2008 工业阀门 压力试验
GB/T 21921 不透性石墨材料抗拉强度试验方法
GB/T 24203 炭素材料真密度、真气孔率测定方法 煮沸法
GB/T 24528 炭素材料体积密度测定方法
GB/T 26961 不透性石墨设备水压试验方法
GB/T 35922 不透性石墨浸渍耐蚀作业技术规范

- GB/T 35926 不透性石墨粘结作业技术规范
HG/T 2059 不透性石墨管技术条件
HG/T 2370—2017 不透性石墨制化工设备技术条件
HG/T 20584 钢制化工容器制造技术要求
JB/T 4711 压力容器涂敷与运输包装
NB/T 47003.1 钢制焊接压力容器
YB/T 2818 石墨块
TSG 07—2019 特种设备生产和充装单位许可规则
TSG 21—2016 固定式压力容器安全技术监察规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

设计温度 design temperature

容器在正常工作情况下,设定元件的温度(沿石墨元件截面的温度平均值)。

注:设计温度与设计压力一起作为设计载荷条件。

3.2

石墨 graphite

石墨化材料和半石墨化材料的统称。

3.3

石墨化材料 graphitized material

由焦炭或石墨粉及颗粒与沥青经混和、挤压、模压(或振动成型)后在 2 400 °C ~ 3 000 °C 高温下形成的石墨材料。

3.4

半石墨化材料 half- graphitized material

石墨粉、粒与沥青混合、挤压(或模压、振动成型)后,经 1 000 °C ~ 1 200 °C 焙烧形成的石墨材料。

3.5

不透性石墨 impervious graphite

现行工业层面上(即在不高的压力、温度条件下)不渗透液体和气体的石墨材料。

注:包括浸渍石墨、压型(包括挤压和模压)石墨和浇注石墨。

3.6

压型石墨 profiling impervious graphite

将石墨粉与粘结剂混合后在一定压力下成型(模压或挤压、包括等静压)并经固化形成的不透性石墨。

3.7

浸渍石墨 impregnated graphite

采用浸渍工艺过程将有机或无机液体材料(浸渍剂)压入透性石墨材料孔隙中并使之在孔隙内固化而形成不透性石墨。

注：因用于增加材料抗渗透性的浸渍剂的不同而形成不同品种。应用面最广的是采用酚醛树脂浸渍的酚醛浸渍石墨,其次还有呋喃浸渍石墨、环氧树脂浸渍石墨、聚四氟乙烯浸渍石墨、水玻璃浸渍石墨等。

3.8

浸渍 impregnation

用耐腐、耐高温树脂及无机物质填充石墨件中的连通开孔空隙的方法。

3.9

浸渍剂 impregnation agent

用于浸入炭或石墨材料孔隙中,并通过固化工艺使炭或石墨材料不渗透的材料。

3.10

粘结剂 graphitecement

石墨粉末和树脂的混合物,需要时添加固化剂,改性剂等,用于石墨材料的粘结。

3.11

渗透系数 permeability coefficient

$k(L)$

综合反映材料渗透能力、量度固体材料气体渗透性的指标。

4 通用要求

4.1 石墨制压力容器的材料、设计、制造、检验和验收及设备出厂除应符合本标准的规定外,还应遵守 TSG 21—2016、TSG 07—2019等国家颁布的有关法律法规和安全技术规范。

4.2 石墨制压力容器中的金属制受压元件应符合 GB/T 150.1~GB/T 150.4 和 GB/T 151 的有关规定;非受压钢制零部件应符合 NB/T 47003.1 的有关规定。

4.3 石墨制压力容器的制造单位应依据 TSG 07—2019的有关规定建立健全质保体系并有效运行。

4.4 TSG 21—2016管辖范围内的石墨制压力容器的制造应接受特种设备安全监察机构的监察。

4.5 采用新材料、新技术、新工艺以及有特殊使用要求的压力容器,与本标准的要求不一致,或者本标准未作要求、可能对安全性能有重大影响的,相关单位应按 TSG 21—2016中 1.9 的规定执行。

5 材料

5.1 制造石墨制压力容器的主要材料包括:石墨材料、粘结剂、浸渍剂、金属材料和密封材料。其中,石墨材料主要是浸渍石墨和压型石墨两种不透性石墨材料。

5.2 石墨制压力容器受压元件用石墨材料应遵守本标准及 HG/T 2370—2017 的规定;石墨制压力容器用金属材料应符合 GB/T 150.1、GB/T 150.2 的规定。

5.3 材料生产单位应按标准的规定向用户提供质量证明书(原件),质量证明书中至少应包括标准号、规格、炉(批)号、颗粒度、比电阻、各项力学性能数据、生产单位名称及检验印章等,并在材料上做出清晰、牢固的标志。

5.4 制造单位从非材料生产单位获得受压元件用材时,应同时取得材料质量证明书原件或加盖供材单位检验公章和经办人章的有效复印件,用材单位对所获材质证明书的真实性与一致性负责。

5.5 用于制造压力容器的石墨材料应当进行浸渍工艺评定和复合物材料成型工艺评定,并符合下列要求:

- a) 工艺评定报告和工艺评定规程应经制造单位技术负责人批准及监检人员的确认;
- b) 用于制造石墨材料的原材料,应当在工艺评定报告中记录其来源、等级和质量指标;
- c) 浸渍工艺评定按照附录 A 执行,浸渍工艺评定报告依照附录 A 及 GB/T 35922 如实填写;
- d) 对于评定合格的工艺(包括浸渍工艺和复合物材料成型工艺)和材料,应定期进行验证(每 6 个月至少一次)。

5.6 浸渍石墨所用的石墨化或半石墨化基体材料应符合 YB/T 2818 的规定。

5.7 不透性石墨材料物理力学性能应符合表 1 的要求,其中不透性石墨管除应符合表 1 的规定外,还应符合 HG/T 2059 的规定。

表 1 不透性石墨材料物理力学性能要求

项目	合成树脂浸渍石墨管	合成树脂浸渍石墨块	合成树脂压型石墨管
抗拉强度(室温)/MPa	≥ 26	≥ 14	≥ 10
抗拉强度(205℃)/MPa	≥ 21	≥ 11	≥ 6
抗弯强度/MPa	≥ 39	≥ 27	≥ 35
抗压强度/MPa	≥ 69	≥ 45	≥ 31
热导率/(W/m·K)	—	≥ 90 ^a (轴向)	—
渗透系数/(mm ² /s)	≤ 2.9 × 10 ⁻³	≤ 2.9 × 10 ⁻³	≤ 2.9 × 10 ⁻³
^a 仅限挤压石墨块。			

5.8 受压元件用粘结剂等材料应符合 5.1、5.2 的规定,使用前应按附录 B 进行粘结工艺评定,评定合格后方可使用。石墨粉 + 酚醛树脂粘结剂力学性能应当符合表 2 的要求。

自行配制的石墨粘结剂,配制用的有关主要原材料应符合 5.1、5.2 的规定,制造单位需将原材料的牌号和批号等信息、使用部位和粘结效果以及试样测试的数据等如实记录、签字,连同粘结工艺评定资料一起归档。

表 2 石墨粉 + 酚醛树脂粘结剂力学性能

项目	指标
浸渍石墨间粘结抗拉强度(常温)/MPa	≥ 13.0
浸渍石墨间粘结抗拉强度(205℃)/MPa	≥ 6.0
浸渍石墨间粘结抗剪强度/MPa	≥ 12.0
浇铸件抗拉强度/MPa	≥ 14.0
浇铸件抗压强度/MPa	≥ 60.0

5.9 石墨材料浸渍剂宜选用酚醛树脂,选用其他浸渍剂时,其性能应符合表 1、表 2 的规定。具体物理力学性能指标应由工艺评定确定。

外购酚醛树脂浸渍剂应符合 5.1、5.2 的规定。自行制造的酚醛树脂浸渍剂,制造单位应将制造工艺及制作工序过程如实记录、签字,连同浸渍工艺评定资料一起归档。

酚醛树脂浸渍剂应无纤维、无固体颗粒及其他杂质,酚醛树脂浸渍剂质量应满足制造工艺要求。

5.10 采用新研制的不透性石墨材料和主要受压元件采用国内外没有应用实例的进口材料时,应按 4.5 的规定通过新材料技术评审。

6 设计

6.1 总则

6.1.1 容器中石墨材料制元件的设计应符合本标准的要求,金属制元件的设计应符合 GB/T 150.3、GB/T 151、NB/T 47003.1 的有关规定。

6.1.2 容器的设计文件应包括设计图样、技术条件、强度计算书,必要时还应包括风险评估报告、设计

或安装、使用说明书。

6.1.3 设计选材应根据物料成分、温度、压力以及石墨材料传质和传热因素等决定,所选用的石墨材料的性能(力学性能、耐腐蚀性能、传热性能等)应与设计条件相匹配。

6.1.4 对于不能用本标准来确定结构尺寸的容器或受压元件,允许用以下方法设计:

- a) 包括有限元法在内的应力分析;
- b) 验证性试验分析(如试验应力测定、验证性液压试验);
- c) 用可比的已投入使用的结构进行对比经验设计。

6.1.5 试制成压力容器后经过一定周期的试用验证,并经型式试验(按照 HG/T2370—2017 的 8.5)或技术性评审(或鉴定),然后将有关数据、结果等和第三方的检测报告及其他有关技术资料报国家认可的有关机构审核或评审。试制单位对试用容器的安全性负责。

6.2 安全系数和许用应力

6.2.1 用于设计的许用应力值为石墨材料工艺评定报告中指定设计温度下抗拉或者抗压、抗弯平均值的 80%除以安全系数 6.0(毒性危害程度为极度或者高度危害介质时,安全系数选 7.0,同时不透性石墨材料的渗透系数应符合表 1 的规定)。

6.2.2 受压元件存在粘结缝时,粘结系数 ψ 取 0.8。

6.3 粘结试件

盛装毒性危害程度为极度或者高度危害介质的压力容器,设计者应当在设计文件中提出产品粘结试件的制作要求,并且规定试样的数量、制备方式、检验与试验方法、合格指标、不合格复验要求等。

6.4 设计计算

6.4.1 内压圆筒计算

设计温度下,计算壁厚和最大允许工作压力的公式如下:

a) 设计温度下的壁厚计算:

当 $k \leq 1.5$ 时(其中圆筒的外径与内径之比值 $k = D_o/D_i$,以下类同),按式(1)计算。

$$\delta = \frac{p \cdot D_i}{2[\sigma_b]^t \cdot \Psi - p} \quad \dots\dots\dots (1)$$

当 $k > 1.5$ 时,按式(2)计算。

$$\delta = R_i \left(\sqrt{\frac{[\sigma_b]^t \cdot \Psi + p}{[\sigma_b]^t \cdot \Psi - p}} - 1 \right) \quad \dots\dots\dots (2)$$

b) 设计温度下的最大允许工作压力计算:

当 $k \leq 1.5$ 时,按式(3)计算。

$$p_w = \frac{2\delta_e [\sigma_b]^t \cdot \Psi}{D_i + \delta_e} \quad \text{或} \quad p_w = 2 \frac{k-1}{k+1} \cdot [\sigma_b]^t \cdot \psi \quad \dots\dots\dots (3)$$

在 $k > 1.5$ 时,按式(4)计算。

$$p_w = \frac{\left(\frac{\delta_c}{R_i} + 1\right)^2 - 1}{\left(\frac{\delta_c}{R_i} + 1\right) + 1} \cdot [\sigma_b] t \cdot \Psi \text{ 或 } p_w = \frac{k^2 - 1}{k^2 + 1} \cdot [\sigma_b] t \cdot \Psi \quad \dots\dots\dots(4)$$

式(1) ~ 式(4)中:

δ — 计算壁厚,单位为毫米(mm);

- δ_e — 有效壁厚,单位为毫米(mm);
- D_o — 圆筒外直径,单位为毫米(mm);
- D_i — 圆筒内直径,单位为毫米(mm);
- R_i — 圆筒内半径,单位为毫米(mm);
- Ψ — 粘结系数,无纵向粘结时取 1;
- $[\sigma_b]^t$ — 设计温度下材料的许用抗拉强度,单位为兆帕(MPa);
- p — 计算压力,单位为兆帕(MPa);
- p_w — 圆筒的最大允许工作压力,单位为兆帕(MPa)。

6.4.2 外压圆筒计算

设计温度下的壁厚计算按式(5):

$$\delta = R_i \left(\sqrt{\frac{[\sigma]^t \cdot \Psi}{2p + [\sigma]^t \cdot \Psi}} - 1 \right) \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$[\sigma]^t$ —设计温度下材料的许用抗压强度,以负值代入,单位为兆帕(MPa)。
其余符号同上。

6.4.3 平盖、封头、管板计算

与圆筒壳体连为一体的平盖和封头的最小厚度按式(6)计算:

$$t = D_i \sqrt{\frac{0.2p}{[\sigma_s] \cdot \Psi}} \dots\dots\dots (6)$$

用带螺栓夹紧、与圆筒壳体间用垫片密封结构的平盖和封头的最小厚度按式(7)计算:

$$t = D_G \sqrt{\frac{0.3p}{[\sigma_s] \cdot \Psi}} \dots\dots\dots (7)$$

列管式石墨换热器管板的最小厚度按式(8)计算:

$$t = 0.4D_G \sqrt{\frac{p \cdot A}{[\sigma_s] \cdot \Psi \cdot (A - d)}} \dots\dots\dots (8)$$

式(6)~式(8)中:

- t — 管板计算厚度,单位为毫米(mm);
 - D_G — 密封垫的中径,单位为毫米(mm);
 - $[\sigma_s]$ — 设计温度下材料的许用抗弯强度,单位为兆帕(MPa);
 - A — 管板钻孔孔心距,单位为毫米(mm);
 - d — 石墨管外径,单位为毫米(mm)。
- 其余符号同上。

7 制造

7.1 总则

7.1.1 制造单位应按本标准和设计文件要求进行容器的制造。

7.1.2 制造单位应按评定合格的浸渍工艺规程和复合物材料成型工艺规程制造石墨受压元件,按评定合格的粘接工艺规程制造容器。

7.1.3 制造单位若改变炭或者石墨材料(如材料制造单位、等级或批号、密度范围、颗粒度范围)、合成树脂(如材料制造单位、树脂牌号、密度范围、室温下的黏度范围、重要成分及范围)、工艺参数(如工艺压力范围、工艺时间范围、工艺温度范围、真空范围),则需重新进行工艺评定。

7.1.4 石墨容器及元件的粘结作业应由经过制造单位培训考核合格的粘结工进行;当粘结工在 6 个月内没有粘结作业或者对其粘结操作能力有怀疑时,应当重新进行培训考核。石墨件的浸渍作业应由经制造单位培训考核合格的人员操作。

7.1.5 材料复验时,按批取样,复验结果应满足表 1 的相关规定。

7.2 设计变更和材料代用

设计变更和受压元件的材料代用,制造单位应当事先取得原设计单位的书面批准,批准更改文件应归档,并且在竣工图上做详细记录。

7.3 材料入厂检验、分割与标志

7.3.1 制造单位在材料入厂检验时,应审查材料质量证明书和材料标志的真实性及其与所对应材料的一致性。

7.3.2 制造受压元件的材料应有可追溯标志,并在材料分割前完成标志的移植。

7.4 材料复验

下列情况下,应进行材料复验:

- a) 对不能确定质量证明书的真实性或者对性能、化学成分有疑问的主要受压元件材料;
- b) 设计图样要求复验的;
- c) 用户要求复验的。

7.5 石墨件的粘结

7.5.1 粘结环境

7.5.1.1 石墨容器及元件在粘结作业过程中,作业场所温度应控制在不影响各粘结树脂粘结强度质量范围内,被粘结材料的平均温度应当保持在 $10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 52\text{ }^{\circ}\text{C}$,作业场所相对湿度不大于 90%。

7.5.1.2 当采用苯磺酰氯作为固化剂时,若出现下列任一情况而无可靠保证措施时,不得粘结;

- a) 作业场所温度低于 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或高于 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 作业场所相对湿度大于 90%。

7.5.2 粘结工艺评定

7.5.2.1 粘结作业前,制造单位应进行粘结工艺评定,并按评定合格的粘结工艺规程进行容器制造,评定合格的粘结工艺应当定期进行验证(每 6 个月至少一次)。

7.5.2.2 粘结工艺评定按照附录 B 执行。粘结工艺评定报告依照附录 B 及 GB/T 35926 如实填写,报告应经制造单位技术负责人批准及监检人员的确认。

7.5.3 粘结缝要求

7.5.3.1 能够整体制造的受压元件不宜拼接。特殊情况(如元件尺寸过大,市场无相应规格整料)下,应采用拼接方式制成受压元件时,粘结缝强度不得低于设计文件的要求。

7.5.3.2 石墨筒体拼接时,应采用阶梯式或榫槽式;对于封头、管板、换热块需多层拼接时,单层间可对接,相邻两层间对接拼缝应错开。

7.5.3.3 石墨件粘结后其粘结缝应严实饱满,缝宽应小于或等于 1 mm。

7.5.3.4 石墨件粘结后应进行固化处理,固化的控制应按粘结工艺评定文件的规定执行。

7.5.4 修补

7.5.4.1 石墨容器的材料、粘结缝应采用经过评定的粘结工艺进行修补。

7.5.4.2 石墨容器的材料修补应满足下列要求:

- a) 深度不大于总厚度 5% 的表面划痕和麻坑,允许修复,但修复部位的面积不得超过该受压件总面积的 3%,除非用户另有规定;
- b) 修补的方法和范围由相关责任工程师书面提出,经制造单位技术负责人批准后方可实施;
- c) 同一部位的同一缺陷的修复次数不得超过 2 次;
- d) 修复部位的外观质量应满足 7.7.1 的要求,修复部位的材料性能应不低于被修补的材料性能;
- e) 所有修补均应在水压试验前完成,且应由制造单位进行。水压试验后如需进行修补,修补结束后,应按 8.4.3 的规定重新进行水压试验;
- f) 材料修补应当有详细的记录,其内容至少包括粘结型式、粘结部位尺寸、材料牌号、生产厂商、粘结工艺参数(结头间隙、固化温度和时间等)、粘结操作人员及修补时间等。材料修补记录应作为质量证明文件保存。

7.5.4.3 石墨容器的粘结缝修补,应满足下列要求:

- a) 粘结缝同一部位的修补不宜超过 2 次,如超过 2 次,修补前应当将情况总结并经制造单位技术负责人批准;
- b) 修补的次数、部位、修补情况应记入质量证明文件中,并保存。

7.6 石墨件的浸渍

7.6.1 石墨件的浸渍包括浸渍与热固化(或塑化),其操作应按经过浸渍工艺评定确认的工艺进行。

7.6.2 浸渍工艺评定应按附录 A 和 GB/T 35922 的要求进行。

7.7 石墨件的加工

7.7.1 加工后的石墨件材质应均匀,无裂纹等可能影响材料力学性能的缺陷;密封面不得有影响密封性能的缺陷。

7.7.2 石墨孔应采用 $\phi(d-1)$ mm 的检验棒检验,通过率应大于 90%;当需堵孔时(包括块孔式和列管式),每侧堵孔率应不大于 1%。

7.7.3 石墨件的机械加工表面和非机械加工表面的线性尺寸的极限偏差,分别按 GB/T 1804 中的 m 级和 c 级的规定。

7.8 试件与试样

7.8.1 属于下列情况之一的,应逐台制作产品试件:

- a) 移动式容器,应制作产品浸渍试件和产品粘结试件;

- b) 盛装毒性危害程度为极度或者高度危害介质的容器,应制作产品浸渍试件和产品粘结试件;
- c) 采用新型浸渍剂和/或改变浸渍工艺和/或改变树脂热固化温度,且没有 30台以上连续检测合格数据的容器,应制作产品浸渍试件和产品粘结接头试件;
- d) 粘结缝存在拉伸应力的容器,应制作产品粘结接头试件;
- e) 设计文件或用户要求的容器。

7.8.2 除上述规定之外的容器,若制造单位能够提供连续 30台,用同牌号石墨材料,相同浸渍剂、浸渍工艺、粘结工艺、固化条件,规范生产的产品浸渍试件和产品粘结试件合格数据,证明浸渍材料、粘接

以上内容仅为本文档的试下载部分,为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文,请访问:

<https://d.book118.com/516044152202010203>