

ICS 71 · 120;81.060

G 94

备案号:10951—2002

HG

中华人民共和国化工行业标准

HG/T 3210—2002

代替 HG/T 3210—1986

耐酸陶瓷材料性能试验方法

Methods of test for the performance
of acid resistant ceramic material

2002-09-28 发布

2003-06-01 实施

中华人民共和国国家经济贸易委员会 发布

前 言

本标准代替推荐性化工行业标准 HG/T 3210—1986《耐酸陶瓷性能试验方法》。

本标准是修改采用日本工业标准 JIS R 1503—1991《化工用耐酸陶瓷性能试验方法》对 HG/T 3210—1986 修订而成。

本标准与 HG/T 3210—1986 的主要技术差异为：

——标准名称由《耐酸陶瓷性能试验方法》修改为《耐酸陶瓷材料性能试验方法》。

——对标准中计算公式进行了校正。

——增加了耐碱度试验方法。

本标准由原国家石油和化学工业局政策法规司提出。

本标准由全国非金属化工设备标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：天华化工机械及自动化研究设计院、江苏省宜兴非金属化工机械厂、萍乡市化工填料(集团)公司。

本标准主要起草人：李洪发、张龙顺、陈峥。

本标准 1986 年首次发布为化工专业标准 ZB/T G94 003—1986，1997 年调整为推荐性化工行业标准，并重新编号为 HG/T 3210—1986。

耐酸陶瓷材料性能试验方法

1 范围

本标准规定了耐酸陶瓷材料抗压强度、抗弯强度、抗拉强度、抗冲击强度、吸水率、气孔率、体积密度、耐酸度、耐碱度及耐温度急变性等性能的试验方法。

本标准适用于化学工业及其他工业用耐酸陶瓷设备及零部件的材料性能试验。

2 试样制备

试样可以用与耐酸陶瓷制品相同的原料、工艺条件进行制备,也可以从制品上适当部位直接切取或钻取。试样不应带釉,外观不应有裂纹、鼓泡、凹陷等缺陷。

注:从制品上直接切取或钻取试样时,将会造成对制品的破坏,本标准的使用者应提前向委托人予以说明。

3 试验报告

试验报告应包含下列内容:

- a) 本标准的标准号。
- b) 每个试样的试验结果及最终试验结果(精确至1位小数,用质量分数表达时精确至0.1%)。
- c) 试验单位及试验人。
- d) 试验日期。

4 抗压强度试验方法

4.1 试验机

所用试验机应具有足够的压力,并能调节控制以一定的速度连续均匀地增加负荷,其测力精度须达1%。

4.2 试样

4.2.1 试样为 $\phi 25\text{ mm} \times 25\text{ mm}$ 圆柱体或 $20\text{ mm} \times 20\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ 正方体,其尺寸允许偏差 $\pm 1\text{ mm}$ 。

4.2.2 试样表面须研磨光滑、平整,各对应面应互相平行,相邻面应互相垂直。

4.2.3 试样受压面尺寸测量精确至 0.02 mm 。

4.3 试验步骤

将试样置于试验球面铰座正中位置,在试样与上下压板之间各垫以 2 mm 厚的草纸板,平稳均匀地以 $400\text{ N/s} \sim 600\text{ N/s}$ 的速度增加负荷,直至试样破坏,记录试样破坏时的压力负荷值。

4.4 结果计算

4.4.1 试样的抗压强度按式(1)计算:

$$R_c = P/A \dots\dots\dots (1)$$

式中:

R_c ——试样抗压强度,单位为兆帕(MPa);

P ——试样破坏时的压力值,单位为牛顿(N);

A ——试样受压面积,单位为平方毫米(mm^2)。

4.4.2 至少试验五个试样,以算术平均值作为最终试验结果。

5 抗弯强度试验方法

5.1 试验机

试验机同 4.1。

5.2 试样

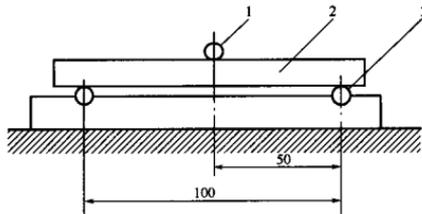
5.2.1 试样为 $\phi 12 \text{ mm} \times 130 \text{ mm}$ 圆柱体或 $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 130 \text{ mm}$ 长方体,其尺寸允许偏差 $\pm 1 \text{ mm}$ 。

5.2.2 试样表面应研磨光滑、平整且长方体试样的四个受力面应保持相邻面相互垂直。

5.2.3 试样受压面尺寸测量精确至 0.02 mm 。

5.3 试验步骤

将试样放置于两下压头上(见图 1),两下压头轴线应平行且间距为 100 mm ,试样长轴应与压头轴线垂直。用上压头在下压头中点位置以 $200\text{N/s} \sim 300\text{N/s}$ 的均匀速度增加负荷,直至试样断裂,记录试样断裂时压力值。



1—上加荷压头;2—试样;3—下支承压头

图 1 抗弯强度用支座示意图

5.4 结果计算

5.4.1 试样的抗弯强度按式(2)或式(3)计算:

圆柱体试样: $R_b = 8PL / \pi d^3$ (2)

长方体试样: $R_b = 3PL / 2bh^2$ (3)

式中:

R_b ——试样抗弯强度,单位为兆帕(MPa);

P ——试样断裂时的压力值,单位为牛顿(N);

L ——两下压头间距离, $L=100 \text{ mm}$;

d ——圆柱体试样直径,单位为毫米(mm);

b ——长方体试样断面宽度,单位为毫米(mm);

h ——长方体试样断面高度,单位为毫米(mm)。

5.4.2 至少试验五个试样,以算术平均值作为最终试验结果。

6 抗拉强度试验方法

6.1 试验机

试验机应带有铰接转向机构,以确保试验中试样尽量不受扭曲和弯曲应力,试验机测力精度应达 1%。

6.2 试样

试样为平面“8”字形(如图 2 所示),表面应光滑、平整。

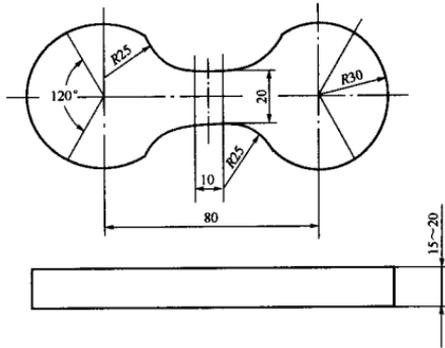


图2 抗拉试验用试样示意图

6.3 试验步骤

将试样妥善安装于形状与试样相配的夹具中,试样与夹具间垫以2 mm厚的草纸板,以400 N/s~600 N/s的速度增加负荷直到试样断裂为止,记录断裂时的拉力值,同时用相应量程的游标卡尺测量颈部断口的尺寸(精确至0.02 mm)。

6.4 结果计算

6.4.1 试样的抗拉强度按式(4)计算:

$$R_t = P/A \dots \dots \dots (4)$$

式中:

R_t ——试样抗拉强度,单位为兆帕(MPa);

P ——试样断裂时的拉力值,单位为牛顿(N);

A ——试样颈部断裂截面积,单位为平方毫米(mm²)。

6.4.2 至少试验五个试样,以算术平均值作为最终试验结果。

7 抗冲击强度试验方法

7.1 试验机

试验用摆锤式冲击试验机,其分度值应不低于0.02 J,击断试样所消耗的功应在试验机量程的10%~90%之间。

7.2 试样

试样尺寸为10 mm×10 mm×55 mm的长方体,其截面尺寸允许偏差±1 mm。其四个有效平面应光滑平整,且相邻面应互相垂直。

7.3 试验步骤

7.3.1 将试样以简支梁方式置于两支座上,支座间距为(40.0±0.5)mm。松开扬起的摆锤,击断试样。记录击断试样所消耗的功。如试验时未能击断试样,则需更换摆锤及试样,重新试验。

7.3.2 记录试样断裂时所消耗的功,同时用相应量程的游标卡尺测量断口的尺寸(精确至0.02 mm)。

7.4 结果计算

7.4.1 试样的抗冲击强度按式(5)计算:

$$\alpha_k = W/bh \times 10^6 \dots \dots \dots (5)$$

式中:

α_k ——试样抗冲击强度,单位为焦耳每平方米(J/m²);

W ——击断试样所消耗的功,单位为焦耳(J);

b ——试样断裂截面宽度,单位为毫米(mm);

h ——试样断裂截面高度;单位为毫米(mm)。

7.4.2 至少试验五个试样,以算术平均值作为最终试验结果。

8 吸水率、气孔率、体积密度试验方法

8.1 仪器、设备

- a) 天平:感量为 0.001 g。
- b) 带有溢流管的容器(见图 3)。
- c) 抽真空装置(残余压力不大于 2.5 kPa)或供煮沸用的器皿。
- d) 电热干燥箱。
- e) 干燥器。
- f) 温度计。

8.2 试样

8.2.1 试样应为 $\phi 25 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ 圆柱体,或 $20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ 正方体。也可以用体积不小于上述试块且外形规整的耐酸陶瓷制品碎块。

8.2.2 试样烧结面须在试验前进行适当打磨,并用蒸馏水清洗,以保持表面新鲜、清洁。

8.3 试验步骤

8.3.1 将试样置于电热干燥箱内烘干至恒重,并于干燥器内自然冷却至室温,称量干燥试样在空气中的质量(两次称量偏差小于 0.3% 即可视为恒重)。

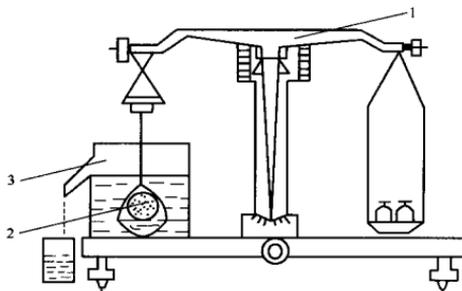
8.3.2 用抽真空法或煮沸法使试样充分吸水饱和。

抽真空法:将试样放入干净烧杯并置于真空干燥器中,抽真空 15 min。通过真空干燥器上口所装移液漏斗放入蒸馏水至完全淹没试样,再抽真空 10 min。解除真空,取出盛试样的烧杯,在空气中静置 30 min,使试样充分吸水饱和。

煮沸法:将试样放入适当器皿中,器皿底部和试样间垫以干净纱布,以蒸馏水完全淹没试样,加热器皿至微沸并保持 3 h,然后自然冷却至室温。

8.3.3 将含水饱和的试样从容器中取出并立即放入铜丝网篮中,并将铜丝网篮悬挂在带溢流管的注满水的容器中(如图 3 所示),称量试样在水中的质量,然后从水中取出试样,用多层湿布轻轻擦去试样表面过剩水分,迅速称量试样在空气中的质量。

注:试验前须将铜丝网篮悬挂在带溢流管的注满水的容器中,并将天平调零。



1—天平;2—试样;3—带溢流管的容器

图 3 试验装置示意图

8.4 结果计算

8.4.1 试样的吸水率、气孔率和体积密度分别按式(6)、式(7)和式(8)计算:

$$A = (m_2 - m_1) / m_1 \times 100 \quad \text{..... (6)}$$

$$P = (m_2 - m_1) / (m_2 - m_3) \times 100 \quad \text{..... (7)}$$

$$\rho = m_1 \rho_w / (m_2 - m_3) \quad \text{..... (8)}$$

式中:

A ——试样吸水率,单位为质量分数(%);

P ——试样气孔率,单位为质量分数(%);

ρ ——试样体积密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3);

m_1 ——干燥试样的称量值,单位为克(g);

m_2 ——饱含水的试样在空气中的称量值,单位为克(g);

m_3 ——饱含水的试样在水中的称量值,单位为克(g);

ρ_w ——水的密度, $1 \text{ g}/\text{cm}^3$ 。

8.4.2 至少试验 3 个试样,取算术平均值作为最终结果。

9 耐酸度试验方法

9.1 仪器、设备

- 分析天平:感量为 0.0001 g 。
- 恒温水浴:最高温度为 100°C 。
- 电热干燥箱。
- 回流冷凝管:长度 300 mm 。
- 三角烧瓶: 300 mL 。
- 分样筛: 0.25 mm 、 0.50 mm 。

9.2 试剂和材料

- 硫酸:浓度为 10% (质量分数)。
- 盐酸:浓度为 10% (质量分数)。
- 硝酸:浓度为 10% (质量分数)。
- 无水乙醇:分析纯。
- 广范试纸。

9.3 试样

取 200 g 左右的耐酸陶瓷样品,样品表面应打磨,带有釉面的应将釉面去除,用机械或人工方法进行粉碎,至全部通过 0.5 mm 的分样筛,筛取 $0.25 \text{ mm} \sim 0.50 \text{ mm}$ 之间的颗粒,用蒸馏水清洗除去表面附着的粉尘后,再用无水乙醇洗净,然后置于 $105^\circ\text{C} \sim 110^\circ\text{C}$ 干燥箱内干燥 1 h ,取出保存于干燥器中。

9.4 试验步骤

9.4.1 取干燥试样约 10 g ,准确称量后置于 300 mL 锥形瓶中。

9.4.2 向锥形瓶中加入浓度各为 10% 的硫酸、盐酸、硝酸的等容量混合液共 100 mL ,充分摇匀,接上回流冷凝管,然后在 $(90 \pm 1)^\circ\text{C}$ 的水浴中加热 5 h ,每隔 2.5 h 摇晃一次锥形瓶。

9.4.3 取下冷凝管,静置 $10 \text{ min} \sim 15 \text{ min}$,倾出锥形瓶中上层清液,向剩余试样中注入热蒸馏水,用倾析法反复洗涤,直至中性。再用无水乙醇洗净,然后置于 $105^\circ\text{C} \sim 110^\circ\text{C}$ 干燥箱内烘干至恒重(两次称量的偏差小于 0.3% ,即可视为恒重)。待冷却至室温后准确称取其质量。

9.5 结果计算

9.5.1 试样的耐酸度按式(9)计算:

$$R_s = m_2 / m_1 \times 100 \quad \text{..... (9)}$$

式中:

R_A ——试样耐酸度,单位为质量分数(%);

m_1 ——试样腐蚀前称量值,单位为克(g);

m_2 ——试样腐蚀后称量值,单位为克(g)。

9.5.2 同一样品应作平行试验,以两个耐酸度结果的算术平均值作为最终试验结果。当某一试样结果与平均值的偏差大于10%时,应重新取样测定。以第二次测试结果的数据为准。

10 耐碱度试验方法

10.1 仪器、设备

- 分析天平,感量为0.001 g。
- 砂浴或油浴;最高温度为100℃。
- 电热干燥箱。
- 分样筛;孔径0.1 mm和0.5 mm两种。
- 烧瓶;带温度计装置二管磨砂口。
- 温度计;插入深度为110 mm。
- 瓷质过滤坩埚;容积50 mL,孔径8 μm。
- 条形磁铁;直径15 mm。

10.2 试剂

氢氧化钠溶液;1%(密度 $\rho_{20} = 1.01$ g/mL)。

10.3 试样

从三件同种样品中各取一小块样品,总质量约200 g,样品表面应打磨,带有釉面的应将釉面去除,然后粉碎至全部通过0.5 mm的分样筛。

在粉碎时,应反复筛选,将不能通过的筛余部分重新粉碎,直至全部样品通过0.5 mm的丝网筛为止。用于测试的样品颗粒大小应在0.1 mm~0.50 mm之间,并用条形磁铁将铁质除去。

将筛选出的样品用蒸馏水冲洗,以除去灰尘杂质,在烘箱中(110±3)℃至少干燥2 h,并称至恒重(二次称量的误差不大于0.3%时便视为恒重)。称量前样品应置于干燥器中冷却至室温,18℃~28℃。

每次测试取干燥后的样品20 g(精确至0.001 g)。至少应做两个平行样品。

10.4 试验方法

将称量后的样品置于烧瓶中,用200 mL氢氧化钠溶液浸没。然后将烧瓶置于砂浴或油浴上煮沸30 min(轻微沸腾,1%氢氧化钠溶液的沸腾温度约为102℃)。在沸腾刚开始及试验即将结束时,分别记录烧瓶内的温度,两个温度值均应在试验报告中注明。煮沸后将烧瓶从砂浴或油浴上取下,注入500 mL蒸馏水,静置1 h。用预先干燥并称量的瓷质过滤坩埚,将上层清液用倾注法在泵上抽气过滤。注意应将烧瓶内的所有物质移入过滤坩埚中,将水全部过滤完。坩埚中的沉淀用热蒸馏水洗至加入氢氧化钠溶液时无沉淀出现为止。

将沉淀连同坩埚一并置入(110±3)℃的烘箱中烘干,取出坩埚置于干燥器中冷却至室温,直至恒重。

10.5 结果计算

10.5.1 试样的耐碱度按式(10)计算:

$$R_A = m_2 / m_1 \times 100 \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

R_A ——试样耐碱度,单位为质量分数(%);

m_1 ——试样腐蚀前称量值,单位为克(g);

m_2 ——试样腐蚀后称量值,单位为克(g)。

10.5.2 以两个耐碱度结果的算术平均值作为最终试验结果。当某一试样结果与平均值的偏差大于10%时,应重新取样测定。以第二次测试结果的数据为准。

11 耐温度急变性试验方法

11.1 试样

所用试样直径约为 $\phi 20\text{ mm}\times 60\text{ mm}$,试样表面应无裂纹、起泡等缺陷,用金属棒轻轻敲击试样时应发出清脆钢音。

11.2 试验步骤

将干燥试样放入规定温度的加热炉中加热 30 min,然后迅速取出放入室温(20 ± 5) $^{\circ}\text{C}$ 的流动水槽中。炉内温度与水的温度差为有关标准规定的温差值。试样在水中浸泡 15 min 后,取出用红墨水涂覆表面,以肉眼检查有无贯穿性裂纹现象。

11.3 试验结果

试验 5 个试样,报告每个试样的开裂情况。
