



(12) 发明专利



(10) 授权公告号 CN 113105269 B

(45) 授权公告日 2022. 09. 20

(21) 申请号 202110494518.5

(22) 申请日 2021.05.07

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113105269 A

(43) 申请公布日 2021.07.13

(73) 专利权人 中国石油化工股份有限公司

地址 100000 北京市朝阳区朝阳门北大街
22号

专利权人 中石化炼化工程(集团)股份有限
公司

(72) 发明人 高晓红 孙志钦 孟庆凯 李玖重

郜建松 牛凤宾 周天宇 张婧帆

高跃成 段彦明 王恒博

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务
所(特殊普通合伙) 11463

专利代理师 覃蛟

(51) Int.Cl.

C09K 5/00 (2006.01)

C04B 41/87 (2006.01)

F28F 21/04 (2006.01)

审查员 陈胜尧

权利要求书1页 说明书7页

(54) 发明名称

陶瓷传热元件气孔填充剂、陶瓷传热元件气
孔的填充方法及陶瓷传热元件

(57) 摘要

本发明公开了陶瓷传热元件气孔填充剂、陶
瓷传热元件气孔的填充方法及陶瓷传热元件,本
发明的陶瓷传热元件气孔填充剂是一种浸渗填
充剂,主要包括粘结剂、悬浮剂、分散剂和填料。
其中粘结剂的作用是让填充剂能与陶瓷本体牢
固粘结在一起,悬浮剂的作用是防止固体填料因
密度较大而发生沉降,分散剂的作用是防止填料
凝聚结团,最终使填料均匀分散和粘结剂充分均
匀混合,填料的作用是提高填充剂的热导率,增
强陶瓷本体的机械强度。采用该陶瓷传热元件气
孔填充剂可以完全填充陶瓷换热元件的气孔和
裂纹缺陷,避免出现介质串混,并且可以提升陶
瓷换热元件的热导率和结构强度。

1. 一种陶瓷传热元件气孔填充剂, 其特征在于, 包括以下质量份的组分: 粘结剂48-55份、悬浮剂8-10份、分散剂8-10份和填料25-32份;

所述粘结剂包括水玻璃、有机硅和改性酚醛树脂中的至少一种;

所述改性酚醛树脂由酚醛树脂和 α 、 γ 二氯化丙醇配制而成;

所述悬浮剂包括聚氯乙烯和聚苯乙烯中的至少一种;

所述分散剂为聚四氟乙烯乳液;

所述填料包括石墨微粉和碳化硅微粉中的至少一种。

2. 根据权利要求1陶瓷传热元件气孔填充剂, 其特征在于, 所述石墨微粉选自人造石墨材料, 所述碳化硅微粉为 α -碳化硅微粉。

3. 根据权利要求1陶瓷传热元件气孔填充剂, 其特征在于, 所述填料的微粉粒径为2-10 μm , 微粉杂质含量 $\leq 1\%$ 。

4. 一种根据权利要求1-3中任一项所述陶瓷传热元件气孔填充剂的制备方法, 其特征在于, 包括以下步骤: 将粘结剂、悬浮剂、分散剂和填料混合, 开动搅拌, 以3-5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升温速率升温至60-80 $^{\circ}\text{C}$, 直至形成均匀的混合溶液, 制得陶瓷传热元件气孔填充剂。

5. 一种陶瓷传热元件气孔的填充方法, 其特征在于, 包括: 在真空条件下使陶瓷传热元件在所述陶瓷传热元件气孔填充剂中进行真空浸渗, 再将气孔中填充有所述陶瓷传热元件气孔填充剂的陶瓷传热元件进行升温固化, 其中, 陶瓷传热元件气孔填充剂采用权利要求1-3中任一项陶瓷传热元件气孔填充剂或权利要求4制备方法制备得到的陶瓷传热元件气孔填充剂。

6. 根据权利要求5的陶瓷传热元件气孔的填充方法, 其特征在于, 真空浸渗过程中控制真空度为50-80KPa, 温度为80-120 $^{\circ}\text{C}$ 。

7. 一种陶瓷传热元件, 其特征在于, 所述陶瓷传热元件采用权利要求5或6所述的填充方法进行气孔填充而得。

陶瓷传热元件气孔填充剂、陶瓷传热元件气孔的填充方法及陶瓷传热元件

技术领域

[0001] 本发明涉及陶瓷技术领域,具体而言,涉及陶瓷传热元件气孔填充剂、陶瓷传热元件气孔的填充方法及陶瓷传热元件。

背景技术

[0002] 石油化工行业加热炉回收低温烟气余热时,金属材料制造空气预热器一般都会遇到露点腐蚀问题。为了防止低温露点腐蚀,采用非金属结构陶瓷材料来制作传热元件结构陶瓷属于无机非金属材料,其化学成分以酸性氧化物 SiO_2 为主,除氢氟酸和高温磷酸外,耐所有无机酸的腐蚀,结构陶瓷材料,化学稳定性好、高硬度、耐高温、耐磨损,适合作空气预热器传热元件。但是结构陶瓷换热元件坯体经烧结成型后,通常存在大量开孔、闭孔和直通气孔缺陷,特别是直通气孔缺陷的存在,会使传热元件出现介质串混、泄露等问题,严重影响换热器的应用。填充陶瓷气孔和裂纹缺陷的材料主要有两种:一种填充材料是陶瓷釉,即通过在陶瓷表面施釉来改善陶瓷表面的性能,减少陶瓷的直通气孔。这种填充材料的缺点是:陶瓷釉的热导率较低,施釉会造成陶瓷换热器传热能力下降;陶瓷釉不能填充陶瓷传热元件内部气孔,这是由于陶瓷传热元件烧结成型时,陶瓷内部气孔压力升高,釉料不能完全填充陶瓷的气孔,造成烧结后陶瓷内部气孔缺陷依然存在,由于气体的热导率远低于固体,这会使陶瓷的热导率进一步降低。第二种填充材料是填充剂和促烧剂,即直接在陶瓷原料中加入气孔填充剂和促烧剂,弥补陶瓷颗粒之间的孔隙,并且通过促进烧结的方法,提高材料的烧成致密性,达到提高材料强度的目的。但气孔填充剂和促烧剂不能完全避免陶瓷制品中的气孔和裂纹等缺陷,难以制作不能渗透串混的陶瓷传热元件。

[0003] 专利CN201710273347.7介绍了一种五氧化二钒结合碳化硅耐火材料。包括80-120份高纯碳化硅粉、0.2-2份五氧化二钒粉和1-5份铝硅合金粉。本发明还公开了此种五氧化二钒结合碳化硅耐火材料的制备方法。五氧化二钒作为气孔填充剂和促烧剂,五氧化二钒在烧成中会弥补碳化硅颗粒之间的孔隙,而且在烧成中还可以起到促进烧结的效果,提高材料的烧成致密性,达到提高材料强度的目的。铝硅合金粉为抗氧化剂,铝硅合金在烧成过程中,会优先于碳化硅与有氧气氛发生反应,同时形成了一层致密结构,从而提高抗氧化性和机械性能。该发明可以提高材料的烧成致密性和弥补碳化硅颗粒之间的孔隙,但不能保证可以完全避免碳化硅陶瓷制品中的气孔缺陷,这对于陶瓷传热元件来说,并不能避免换热介质的串混。

[0004] 鉴于此,特提出本发明。

发明内容

[0005] 本发明的目的是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供陶瓷传热元件气孔填充剂、陶瓷传热元件气孔的填充方法及陶瓷传热元件。

[0006] 本发明是这样实现的:

[0007] 本发明提供一种陶瓷传热元件气孔填充剂,包括以下质量份的组分:粘结剂40-60份、悬浮剂5-12份、分散剂5-12份和填料16-50份。

[0008] 本发明还提供一种上述陶瓷传热元件气孔填充剂的制备方法,包括以下步骤:将粘结剂、悬浮剂、分散剂和填料混合,加热搅拌直至形成均匀的混合溶液,制得陶瓷传热元件气孔填充剂。

[0009] 本发明还提供一种陶瓷传热元件气孔的填充方法,包括:在真空条件下使陶瓷传热元件在陶瓷传热元件气孔填充剂中进行真空浸渗,再将气孔中填充有上述陶瓷传热元件气孔填充剂的陶瓷传热元件进行升温固化。

[0010] 本发明还提供一种陶瓷传热元件,该陶瓷传热元件采用上述的填充方法进行气孔填充而得。

[0011] 本发明具有以下有益效果:

[0012] 本发明提供了陶瓷传热元件气孔填充剂、陶瓷传热元件气孔的填充方法及陶瓷传热元件,本发明的陶瓷传热元件气孔填充剂是一种多元浸渗填充剂,主要由粘结剂、悬浮剂、分散剂和填料组成。其中粘结剂的作用是让填充剂能与陶瓷本体牢固粘结在一起,悬浮剂的作用是防止固体填料因密度较大而发生沉降,分散剂的作用是防止填料凝聚结团,最终使填料均匀分散和粘结剂充分均匀混合。填料的作用是提高填充剂的热导率,增强陶瓷本体的机械强度,该陶瓷传热元件气孔填充剂可以完全填充陶瓷换热元件的气孔和裂纹缺陷,避免出现介质串混,并且可以提升陶瓷换热元件的热导率和结构强度,在真空条件下使陶瓷传热元件在上述陶瓷传热元件气孔填充剂中进行真空浸渗,再将气孔中填充有上述气孔填充剂的陶瓷传热元件进行升温固化,得到的陶瓷传热元件不具有内部气孔缺陷和表面裂纹缺陷,并具有很高的热导率和抗压强度。

具体实施方式

[0013] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。实施例中未注明具体条件者,按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者,均为可以通过市售购买获得的常规产品。

[0014] 针对目前结构陶瓷换热元件存在直通气孔、裂纹等缺陷,以及陶瓷釉气孔填充剂不能完全填充陶瓷传热元件气孔和裂纹缺陷,所带来的陶瓷换热元件热导率降低问题,本发明实施例提出了一种用真空浸渗法填充陶瓷换热元件直通气孔、裂纹缺陷的填充剂,涉及一种耐腐蚀结构陶瓷换热元件气孔、裂纹等缺陷的填充剂,适用于填充修复低温余热回收系统的陶瓷传热元件,采用本发明实施例提供的填充剂可以完全填充陶瓷换热元件的气孔和裂纹缺陷,避免出现介质串混,并且可以提升陶瓷换热元件的热导率和结构强度。

[0015] 本发明实施例提供的陶瓷传热元件气孔填充剂,针对发明人已申请的组成为“粘结剂+填料”型填充剂进行的进一步改进,由于“粘结剂+填料”型填充剂施工难度大,填充效果不均匀,从而造成填充陶瓷传热元件缺陷的效果不理想。

[0016] 为了实现本发明的上述目的,特采用以下技术方案:

[0017] 第一方面,本发明实施例提供一种陶瓷传热元件气孔填充剂,该气孔填充剂主要由粘结剂、悬浮剂、分散剂和填料等组成。其中,粘结剂包括:水玻璃、有机硅、酚醛树脂、呋

喃树脂等。悬浮剂主要有：聚氯乙烯、聚苯乙烯等。分散剂为聚四氟乙烯乳液等。填料除了耐酸腐蚀外，还要有良好的热导率，通常选石墨微粉、碳化硅微粉和莫来石微粉等作填充剂的填料。其中石墨为人造石墨材料，碳化硅为 α -碳化硅微粉。以上的粘结剂、悬浮剂、分散剂和填料均应具有耐酸腐蚀性能。

[0018] 本发明实施例提供了一种陶瓷传热元件气孔填充剂，该陶瓷传热元件气孔填充剂是一种多元浸渗填充剂，其中，粘结剂的作用是让填充剂能与陶瓷本体牢固粘结在一起，悬浮剂的作用是防止固体填料因密度较大而发生沉降，分散剂的作用是防止填料凝聚结团，最终使填料均匀分散和粘结剂充分均匀混合，填料的作用是提高填充剂的热导率，增强陶瓷本体的机械强度。具体的：

[0019] 本发明实施例提供的陶瓷传热元件气孔填充剂中的粘结剂包括：水玻璃、有机硅、酚醛树脂、呋喃树脂等。通常多元陶瓷填充剂的粘结剂主要有：水玻璃、酚醛树脂、有机硅、甲基纤维素、呋喃树脂和环氧树脂等。

[0020] 然而，试验表明，用甲基纤维素作粘结剂，陶瓷传热模块的热导率和抗压强度几乎得不到有效提高。这是由于甲基纤维素的作用主要是增稠和提高表面活性，其和填料之间的粘结力较低，在陶瓷传热元件填充后高温烘干时，粘结剂部分熔化会造成填充剂变得松散而脱落，达不到填充陶瓷缺陷的目的。

[0021] 呋喃树脂由于质地较脆，用作粘结剂会带来填充剂脆性增加，强度降低，不利于填充陶瓷气孔缺陷。环氧树脂的耐酸性能较差，而陶瓷传热元件是用于耐酸腐蚀的场合，因此不选甲基纤维素、呋喃树脂、环氧树脂作粘结剂。

[0022] 本发明实施例提供的陶瓷气孔填充剂中的粘结剂主要有：水玻璃、酚醛树脂和有机硅等。水玻璃、酚醛树脂和有机硅具有优异的耐酸腐蚀性能和物理机械性能，粘结力强，容易固化，适合用作陶瓷气孔填充剂中粘结剂。粘结剂在陶瓷气孔填充剂中的比例一般为40-60wt%。

[0023] 本发明实施例提供的陶瓷气孔填充剂中的悬浮剂主要有：聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚乙烯醇等。悬浮剂在陶瓷气孔填充剂中的比例一般为5-12wt%。

[0024] 聚乙烯醇作为水溶性悬浮剂，在较高的温度下易发生分解，表现为100℃变色脆化，200℃开始分解。结果会造成填充剂部分产生收缩塌陷并出现微小空洞，从而导致填充效果下降。

[0025] 本发明实施例提供的陶瓷气孔填充剂中的分散剂为聚酯树脂、聚四氟乙烯乳液等。分散剂在陶瓷气孔填充剂中的比例一般为5-12wt%。聚酯树脂附着力较好，但使用温度低于聚四氟乙烯。聚四氟乙烯具有最稳定的化学性能，能耐酸碱等腐蚀性介质，是一种良好的分散剂。所以主要选聚四氟乙烯为乳液。

[0026] 本发明实施例提供的陶瓷气孔填充剂通常选石墨微粉、碳化硅微粉和莫来石微粉等作填充剂的填料，其中石墨微粉和碳化硅微粉具有良好的导热性能，而莫来石的导热性能较差。填料微粉的粒径一般为2-10 μ m。填料中杂质的含量 $\leq 1\%$ 。填料在陶瓷气孔填充剂中的比例一般为16-50wt%。当填料采用莫来石微粉时，浸渗后，陶瓷传热模块的热导率几乎得不到提高，但常温抗压强度有一定提高。这是因为莫来石的导热率比结构陶瓷传热本体要低。所以一般不选莫来石微粉作填充剂填料。

[0027] 发明实施例还提供的多元浸渗填充剂，填充结构陶瓷传热元件与“陶瓷釉填充剂”

对比,结构陶瓷传热元件热导率平均提高了约28%,常温抗压强度平均提高了约14%。

[0028] 本发明实施例提供的多元浸渗填充剂,与“粘结剂+填料”二元型填充剂对比,结构陶瓷传热元件热导率平均提高了约5%,常温抗压强度平均提高了约4%。

[0029] 第二方面,发明实施例还提供一种上述陶瓷传热元件气孔填充剂的制备方法,包括以下步骤:将粘结剂、悬浮剂、分散剂和填料混合,开动搅拌,以3-5℃/min升温速率升温至60-80℃,直至形成均匀的混合溶液,制得陶瓷传热元件气孔填充剂。制备过程中,仅需要将粘结剂、悬浮剂、分散剂和填料混合加热搅拌直至形成均匀的混合溶液,既得。

[0030] 第三方面,本发明实施例还提供一种采用上述陶瓷传热元件气孔填充剂填充陶瓷传热元件气孔的填充方法,包括:在真空条件下使陶瓷传热元件在陶瓷传热元件气孔填充剂中进行真空浸渗,再将气孔中填充有陶瓷传热元件气孔填充剂的陶瓷传热元件进行升温固化,真空浸渗过程中控制真空度为50-80KPa,温度为80-120℃。

[0031] 第四方面,本发明实施例还提供一种陶瓷传热元件,陶瓷传热元件采用上述的填充方法进行气孔填充而得。所得陶瓷传热元件不具有内部气孔缺陷和表面裂纹缺陷,且具有很高的热导率和抗压强度。

[0032] 以下结合实施例对本发明的特征和性能作进一步的详细描述。

[0033] 以下使用的陶瓷釉填充剂为发明人自己配制,陶瓷釉填充剂是将以下质量百分含量的SiO₂ 62wt%、Na₂O 13wt%、Al₂O₃ 7wt%、K₂O 10wt%以及CaO 8wt%混合,加入占上述混合物的质量为30-50wt%的水制得。

[0034] 实施例2-4和对比例1-2中采用与实施例1中类似的方法计算导热率提高的百分比和常温抗压强度提高的百分比。

[0035] 实施例1

[0036] 耐温260℃的陶瓷气孔填充剂。按重量取1000g水玻璃,100-150g氟硅酸钠,100-200g聚氯乙烯,100-200g聚四氟乙烯,450-700g碳化硅微粉。

[0037] 本实例中的粘结剂为钠水玻璃(液态硅酸钠),其密度1.368-1.394(20℃)/(g/mL),模数:2.6-2.9;氧化钠(Na₂O), $\omega/\% \geq 8.2$;二氧化硅(SiO₂), $\omega/\% \geq 26.0$;模数3.10-3.40。氟硅酸钠为固化剂(工业品级)。悬浮剂为通用型聚氯乙烯树脂。分散剂为聚四氟乙烯乳液,其浓度为60%(质量比)。填料为 α 碳化硅微粉,其粒径为 $\leq 6\mu\text{m}$ 。

[0038] 制备方法如下:将钠水玻璃溶液倒入混合反应釜中,然后依次加入通用型聚氯乙烯树脂,聚四氟乙烯乳液和填料碳化硅微粉。开动搅拌器,并开始升温至60-80℃,升温速度为3-5℃/min,直至填充剂混合均匀,即可用于陶瓷传热元件气孔和裂纹缺陷填充。

[0039] 由于碳化硅填料有很高的导热率,聚氯乙烯悬浮剂和聚四氟乙烯分散剂使碳化硅填料分散更均匀,混合更充分,填充缺陷效果也更好。

[0040] 与使用陶瓷釉填充剂、“粘结剂+填料”型填充剂效果的对比如下:

[0041] 使用陶瓷釉填充剂后的陶瓷元件热导率平均为20.0W/m·k,常温抗压强度110MPa;

[0042] 使用“粘结剂+填料”型填充剂陶瓷传热元件热导率平均为24.50W/m·k,常温抗压强度120.20MPa;

[0043] 使用本实施例的多元填充剂填充之后的陶瓷传热元件热导率平均为25.8W/m·k,常温抗压强度125.4MPa。

[0044] 本实施例与用陶瓷釉填充剂陶瓷传热元件对比导热率提高了约29% (其计算方式为 $(25.8-20)/20=29\%$), 常温抗压强度提高了约14% (其计算方式为 $(125.4-110)/110=14\%$)。

[0045] 本实施例与用“粘结剂+填料”型填充剂对比, 结构陶瓷传热元件热导率提高了约5.3% (其计算方式为 $(25.8-24.5)/24.5=5.3\%$), 常温抗压强度提高了约4.3% (其计算方式为 $(125.4-120.2)/120.2=4.3\%$)。

[0046] 实施例2

[0047] 耐温260℃的陶瓷气孔填充剂。按重量取1000g水玻璃, 100-150g氟硅酸钠, 100-200g聚氯乙烯, 100-200g聚四氟乙烯乳液, 450-700g石墨微粉。

[0048] 本实例中的粘结剂为钾水玻璃(液态硅酸钾), 其密度1.30-1.33 (20℃) / (g/mL), 模数: 3.5-3.7; 氧化钾 (Na_2O), $\omega/\% \geq 9.5$; 二氧化硅 (SiO_2), $\omega/\% \geq 23.0$; 悬浮剂为通用型聚氯乙烯树脂。分散剂为聚四氟乙烯乳液, 其浓度为60% (质量比)。填料为人造石墨微粉, 其粒径为 $\leq 5\mu\text{m}$ 。

[0049] 制备方法如下: 将钾水玻璃溶液倒入混合反应釜中, 然后依次加入通用型聚氯乙烯树脂, 聚四氟乙烯乳液和填料石墨微粉。开动搅拌器, 并开始升温至70-90℃, 升温速度为3-5℃/min, 直至填充剂混合均匀, 即可用于陶瓷传热元件气孔和裂纹缺陷填充。

[0050] 由于石墨填料有较高的导热率, 聚氯乙烯悬浮剂和聚四氟乙烯分散剂使碳化硅填料分散更均匀, 混合更充分, 填充缺陷效果也更好。

[0051] 与使用陶瓷釉填充剂、“粘结剂+填料”型填充剂效果的对比如下: 使用陶瓷釉填充剂后的陶瓷元件热导率平均为20.0W/m·k, 常温抗压强度110MPa;

[0052] 使用“粘结剂+填料”型填充剂陶瓷传热元件热导率平均为24.5W/m·k, 常温抗压强度120.2MPa;

[0053] 使用本实施例的多元填充剂陶瓷传热元件热导率平均为25.7W/m·k, 常温抗压强度125.4MPa。

[0054] 本实施例与用陶瓷釉填充剂陶瓷传热元件对比导热率提高了约28.5%, 常温抗压强度提高了约14%。本实施例与用“粘结剂+填料”型填充剂对比, 结构陶瓷传热元件热导率提高了约5%, 常温抗压强度提高了约4.3%。

[0055] 实施例3

[0056] 耐温220℃的陶瓷气孔填充剂。按重量取1000g改性酚醛树脂, 100-200g聚氯乙烯, 100-200g聚四氟乙烯乳液, 600-800g石墨微粉。

[0057] 本实例中的粘结剂为改性酚醛树脂。改性酚醛树脂由酚醛树脂和 α 、 γ 二氯化丙醇配制而成。其中 α 、 γ 二氯化丙醇纯度 $\geq 92\%$, 密度1.35-1.36g/cm³, pH值6-7。取820g酚醛树脂, 180g α 、 γ 二氯化丙醇, 在常温下混合搅拌均匀即可。悬浮剂为通用型聚氯乙烯树脂。分散剂为聚四氟乙烯乳液, 其浓度为60% (质量比)。填料为人造石墨微粉, 其粒径为 $\leq 5\mu\text{m}$ 。

[0058] 制备方法如下: 将改性酚醛树脂溶液倒入混合反应釜中, 然后依次加入通用型聚氯乙烯树脂、聚四氟乙烯乳液和填料石墨微粉。开动搅拌器, 并开始升温至50-80℃, 升温速度为3-5℃/min, 直至填充剂混合均匀, 即制成陶瓷传热元件气孔和裂纹缺陷填充剂。

[0059] 与使用陶瓷釉填充剂、“粘结剂+填料”型填充剂效果的对比如下:

[0060] 使用陶瓷釉填充剂后的陶瓷元件热导率平均为20.0W/m·k, 常温抗压强度

110MPa;

[0061] 使用“粘结剂+填料”型填充剂陶瓷传热元件热导率平均为 $24.5\text{W/m}\cdot\text{k}$, 常温抗压强度 120.2MPa ;

[0062] 使用本实施例的多元填充剂陶瓷传热元件热导率平均为 $25.4\text{W/m}\cdot\text{k}$, 常温抗压强度 124.3MPa 。

[0063] 本实施例与用陶瓷釉填充剂陶瓷传热元件对比导热率提高了约27%, 常温抗压强度提高了约13%。本实施例与用“粘结剂+填料”型填充剂对比, 结构陶瓷传热元件热导率提高了约3.7%, 常温抗压强度提高了约3.5%。

[0064] 实施例4

[0065] 耐温 220°C 的陶瓷气孔填充剂。按重量取1000g改性酚醛树脂, 100-200g聚氯乙烯, 100-200g聚四氟乙烯乳液, 600-800g碳化硅微粉。

[0066] 本实例中的粘结剂为改性酚醛树脂。改性酚醛树脂由酚醛树脂和 α 、 γ 二氯化丙醇配制而成。其中 α 、 γ 二氯化丙醇纯度 $\geq 92\%$, 密度 $1.35\text{--}1.36\text{g/cm}^3$, pH值6-7。取820g酚醛树脂, 180g α 、 γ 二氯化丙醇, 在常温下混合搅拌均匀即可。悬浮剂为通用型聚氯乙烯树脂。分散剂为聚四氟乙烯乳液, 其浓度为60% (质量比)。填料为碳化硅微粉, 其粒径为 $\leq 5\mu\text{m}$ 。

[0067] 与使用陶瓷釉填充剂、“粘结剂+填料”型填充剂效果的对比如下:

[0068] 使用陶瓷釉填充剂后的陶瓷元件热导率平均为 $20.0\text{W/m}\cdot\text{k}$, 常温抗压强度110MPa;

[0069] 使用“粘结剂+填料”型填充剂陶瓷传热元件热导率平均为 $24.5\text{W/m}\cdot\text{k}$, 常温抗压强度 120.2MPa ;

[0070] 使用本发明的多元填充剂陶瓷传热元件热导率平均为 $25.5\text{W/m}\cdot\text{k}$, 常温抗压强度 125.0MPa 。

[0071] 本实施例与用陶瓷釉填充剂陶瓷传热元件对比导热率提高了约27.5%, 常温抗压强度提高了约13.6%。本实施例与用“粘结剂+填料”型填充剂对比, 结构陶瓷传热元件热导率提高了约4.1%, 常温抗压强度提高了约4%。

[0072] 对比例1

[0073] 耐温 260°C 的陶瓷气孔填充剂。按重量取1000g水玻璃, 100-150g氟硅酸钠, 100-200g聚氯乙烯, 100-200g聚四氟乙烯乳液, 600-1000g碳化硅微粉。

[0074] 本例中的粘结剂为钠水玻璃 (液态硅酸钠), 其密度 $1.368\text{--}1.394(20^{\circ}\text{C})/(\text{g/mL})$, 模数: 2.6-2.9; 氧化钠 (Na_2O), $\omega/\% \geq 8.2$; 二氧化硅 (SiO_2), $\omega/\% \geq 26.0$; 模数3.10-3.40。氟硅酸钠为固化剂 (工业品级)。悬浮剂为通用型聚氯乙烯树脂。分散剂为聚四氟乙烯乳液, 其浓度为60% (质量比)。填料为 α -化硅微粉, 其粒径为 $\leq 6\mu\text{m}$ 。

[0075] 本例中, 在填充剂其它成分不变的情况下, 将填料碳化硅微粉的比例提高30%, 陶瓷传热元件热导率平均为 $24.4\text{W/m}\cdot\text{k}$, 常温抗压强度 120.6MPa 填充缺陷效果有所降低。与实施例1 (陶瓷传热元件热导率平均为 $25.8\text{W/m}\cdot\text{k}$, 常温抗压强度 125.4MPa 。) 对比, 结构陶瓷传热元件热导率下降了约6%, 常温抗压强度也下降了约4%。原因是随着填料比例的提高, 出现填充剂混合不均匀的现象, 导致填充剂粘性降低、附着力不足, 进而影响到填充效果。

[0076] 对比例2

[0077] 耐温220℃的陶瓷气孔填充剂。按重量取1000g改性酚醛树脂,100-200g聚乙烯醇,100-200g聚四氟乙烯乳液,600-800g石墨微粉。

[0078] 本例中的粘结剂为改性酚醛树脂。改性酚醛树脂由酚醛树脂和 α 、 γ 二氯化丙醇配制而成。其中 α 、 γ 二氯化丙醇纯度 $\geq 92\%$,密度 $1.35-1.36\text{g}/\text{cm}^3$,pH值6-7。取820g酚醛树脂,180g α 、 γ 二氯化丙醇,在常温下混合搅拌均匀即可。悬浮剂为通用型聚乙烯醇。分散剂为聚四氟乙烯乳液,其浓度为60%(质量比)。填料为人造石墨微粉,其粒径为 $\leq 5\mu\text{m}$ 。

[0079] 与实施例4(陶瓷传热元件热导率平均为 $25.5\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$,常温抗压强度 125.0MPa)对比,填充后结构陶瓷传热元件热导率下降了约15%,平均为 $22.2\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$;常温抗压强度可也下降了约6%,平均为 117.9MPa 。这是由于聚乙烯醇作为水溶性悬浮剂,在较高的温度下易发生分解,表现为 100°C 变色脆化, 200°C 开始分解。聚乙烯醇分解的结果会造成填充剂产生收缩塌陷并出现部分微小空洞,导致传热陶瓷导热率和抗压强度下降。

[0080] 综上,本发明实施例提供了陶瓷传热元件气孔填充剂、陶瓷传热元件气孔的填充方法及陶瓷传热元件,该陶瓷传热元件气孔填充剂是一种浸渗填充剂,主要包括粘结剂、悬浮剂、分散剂和填料。其中粘结剂的作用是让填充剂能与陶瓷本体牢固粘结在一起,悬浮剂的作用是让填料均匀分散和粘结剂充分均匀混合,填料的作用是提高填充剂的热导率,增强陶瓷本体的机械强度,采用该陶瓷传热元件气孔填充剂可以完全填充陶瓷换热元件的气孔和裂纹缺陷,避免出现介质串混,并且可以提升陶瓷换热元件的热导率和结构强度。

[0081] 本发明实施例提供的多元浸渗填充剂,与“陶瓷釉填充剂”对比,填充后结构陶瓷传热元件热导率平均提高了约28%,常温抗压强度平均提高了约14%。

[0082] 本发明实施例提供的多元浸渗填充剂,与“粘结剂+填料”二元型填充剂对比,结构陶瓷传热元件热导率平均提高了约5%,常温抗压强度平均提高了约4%。

[0083] 以上仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。