



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113125674 A

(43) 申请公布日 2021.07.16

(21) 申请号 202110411626.1

(22) 申请日 2021.04.16

(71) 申请人 北京师范大学

地址 100875 北京市海淀区新街口外大街
19号

(72) 发明人 宋帅 刘培生 顾淮斌

(51) Int. Cl.

G01N 33/204 (2019.01)

权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种检测网络状通孔结构泡沫金属开孔率的
简便方法

(57) 摘要

本发明涉及一种关于网络状通孔结构泡沫金属的开孔率检测方法,这是一种无需测知试样任何重量指标的简便检测方法,同样也可适用于具有类似结构的泡沫金属,只要其具备开口孔隙结构即可。该法通过测出泡沫金属试样的表观体积(试样外在轮廓占有空间的体积)和试样孔隙中浸入工作液体的体积,直接计算出试样的开孔率。由于无需测知试样的任何重量指标,这使得其测量操作简单而方便。

1. 一种关于泡沫金属开孔率的检测方法,其特征在于:该法无需测知试样任何重量指标,这不同于常规的泡沫金属开孔率检测方法;通过测出泡沫金属试样的表观体积(试样外在轮廓占有空间的体积)和试样孔隙中浸入工作液体的体积,直接计算出试样的开孔率;由于无需测知试样的任何重量指标,这使得本方法的测量操作简单而方便。

2. 权利要求1所涉及的泡沫金属开孔率检测方法,其特征在于,所述泡沫金属为网络状结构,孔隙之间相互连通;但所述检测方法可以不限于这一结构,只要孔隙可以与制品外表面连通即可采用本法。

一种检测网络状通孔结构泡沫金属开孔率的简便方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种泡沫金属开孔率的检测方法,尤其涉及一种网络状通孔结构泡沫金属开孔率的检测方法,其核心是为泡沫金属采用了一种无需测知试样任何重量指标而检测出其开孔率的简便方法。

背景技术：

[0002] 多孔材料在很多工程领域都有其他材料难以替代的应用优势^[1-6]。在各类多孔材料中,网络状结构的泡沫金属生产规模相对很大,其实际应用占有十分重要的位置。网络状泡沫金属是一种内部孔隙相互连通的开孔型多孔材料,适合于所有需要孔隙连通和利用内部孔隙表面的场合,如分流过滤、热量交换、生物移植、催化工程等场合^[5]。

[0003] 泡沫金属中的孔隙有开口连通孔隙和孤立闭合孔隙等形式,其中开口连通孔隙所占体积与泡沫体的表观总体积之比率,即为该泡沫金属的开孔率^[6]。泡沫金属的很多用途都要利用其开口孔隙^[7]。研究表明,泡沫金属的开孔率强烈地影响其流体透过性(渗透性)以及内部孔隙有效表面积等指标,因而极大地影响着整个产品的声音吸收、电磁屏蔽、热量传输以及各种利用内部孔隙表面的使用性能^[5,7-9]。因此,开孔率指标对于泡沫金属等多孔材料而言非常重要。

[0004] 泡沫金属开孔率的检测一般采用压汞法和排液称重法等,都需要若干次的天平称重测量^[6,7]。其中试样含液称重会有相应的辅助用具和操作方面的较高要求,给测量带来一定的繁琐不便。特别是需要液中称重的方式,情况更是如此。本发明为泡沫金属的开孔率提出一种新的简便检测方法,采用测量试样本身体积和试样孔隙中浸入工作液体体积的方式而获知试样的开孔率。由于无需测知试样在任何环节的重量指标,这使得其测量操作简单而方便。

[0005] 参考文献

[0006] [1]刘培生,崔光,程伟.专题综述:多孔材料性能模型研究1.数理关系[J].材料工程,2019,47(6):42-62.

[0007] [2]刘培生,夏凤金,程伟.专题综述:多孔材料性能模型研究2.实验验证[J].材料工程,2019,47(7):35-49.

[0008] [3]刘培生,杨春艳,程伟.专题综述:多孔材料性能模型研究3.数理推演[J].材料工程,2019,47(8):59-81.

[0009] [4]P.S.Liu,K.M.Liang.Functional materials of porous metals made by P/M,electroplating and some other techniques.Journal of Materials Science,2001,36(21):5059-5072.

[0010] [5]刘培生.多孔材料引论(第2版).清华大学出版社,2013.

[0011] [6]刘培生,马晓明.多孔材料检测方法,北京:冶金工业出版社,2006.

[0012] [7]刘培生 崔光 陈靖鹤.多孔材料性能与设计[M].北京:化工出版社,2019.

[0013] [8]Gibson L J and Ashby M F.Cellular Solids:Structure and

properties.Cambridge University Press,1999.

[0014] [9]Gros E,Panneton R.A missing mass method to measure the open porosity of porous solids.Canadian Acoustics,2004,32 (3) :20-21.

发明内容:

[0015] 本发明的目的在于提供一种泡沫金属开孔率的检测方法,特别是一种网络状通孔结构泡沫金属开孔率的简便检测方法。该检测方法通过测量出泡沫金属试样的表观体积(试样外在轮廓占有空间的体积)和试样孔隙中浸入工作液体的体积,直接用两者的比值即计算出试样的开孔率。

[0016] 本发明检测方法中的操作步骤和相关计算如下:

[0017] 将洁净的泡沫金属试样放入体积刻度和容量都符合测量精度要求的体积量具(如合适的量杯)中。用量筒量取一定体积量($V_{液}$)的对试样有良好浸润性的工作液体(如去离子水等),倒入上述盛样量杯,确保工作液体用量完全淹没试样。然后置于超声水浴中振动以去除试样孔隙中的气泡,使工作液体充分浸入试样的开口孔隙空间。工作液体浸灌过程结束后读出载样量杯液面刻度对应的体积为 $V_{量样}$,即液体充分浸入试样开孔后“液体+试样”系统的总体积。取出试样烘干,然后测算出试样的表观体积为 $V_{样}$ 。于是,试样孔隙中浸入的工作液体体积,即试样的开孔体积,等于工作液体完全没有浸入试样内部时“液体+试样”系统的总体积与液体充分浸入试样开孔后“液体+试样”系统的总体积之差:

$$[0018] \quad V_{开孔} = (V_{液} + V_{样}) - V_{量样} \quad (1)$$

[0019] 由此得出样品的开孔率:

$$[0020] \quad \theta_{开} = (V_{开孔} / V_{样}) \times 100\%$$

$$[0021] \quad = \{ [(V_{液} + V_{样}) - V_{量样}] / V_{样} \} \times 100\% \quad (2)$$

[0022] 如果工作液体在测量过程中产生挥发,则需对量杯施以密封;此外,还应注意超声水浴中的冷却水要有足够的量,以对系统超声振动产生的热量进行充分的冷却。若要进一步提高测量精度,当然也可辅之以空白对比实验。

[0023] 目前国内外一般采用电沉积工艺来进行连续性的大规模生产网络状通孔结构泡沫金属制品。在制备过程中,电沉积泡沫金属的孔隙必须允许电镀液进入才能实现金属在多孔基体内部的沉积,而电镀液一般都是水质溶剂。因此,所有电沉积泡沫金属产品的开孔率都可通过本法来检测,工作液体使用去离子水即可。

[0024] 本发明提供的开孔率检测方法,测试简单,计算方便,可进行泡沫金属试样的检测。从其检测过程可以看出,该方法可以适用具有开口孔隙的泡沫金属产品,并不限于其网络状结构(图1),只要产品具有开口孔隙结构即可。

附图说明:

[0025] 图1某企业生产的泡沫镍产品孔隙结构形貌。

具体实施方式:

[0026] 实施例:待检试样是某企业生产的泡沫镍产品,其孔隙结构形貌参见图1。切割出来的大块样品尺寸大致为20cm×20cm×5.5mm,粗测其孔隙尺度在1mm以下。为取得比较全

面的统计数据,在待检板料的4个不同部位切割4块尺寸约50mm×40mm×5.5mm的小试样。将试样先后用丙酮超声清洗、清水超声清洗、酒精超声清洗各10min,烘干后一起放入一个体积刻度为0.5ml(即0.5cm³)的洁净量杯中。用量筒倒入80ml去离子水,确保淹没所有试样的同时,在试样上方有足够高度的液面。然后置于冷水浴中超声振动10min,去离子水充分浸入试样开口孔隙。为避免去离子水的挥发,用透明薄膜封住量杯。去离子水浸灌过程结束后,读出此时量杯液面刻度对应的体积为 $V_{\text{量样}}$ (ml),结果数据采用四舍五入的方式取到1ml。取出试样烘干,然后将试样进行浸蜡处理,并仔细清理试样表面多余的蜡质;用精度为0.02mm的游标卡尺测量浸蜡试样的尺寸,其中长宽方向各测量其两边和中间等3个位置的值得平均,厚度取4角的4个值得平均,计算出各个小试样的表观体积,加和得到4块小试样的全部表观体积 $V_{\text{样}}$ (ml),结果采用四舍五入的方式取到0.1ml。然后根据以上获得的数据通过“开孔率 $\theta_{\text{开}} = [(80+V_{\text{样}}) - V_{\text{量样}}] / V_{\text{样}}$ ”的关系计算出样品的开孔率,结果列于表1。

[0027] 表1一种泡沫镍产品的开孔率

样品编号 No.	表观总体积 $V_{\text{样}}$ (ml)	浸液系统总体积 $V_{\text{量样}}$ (ml)	开孔率 $\theta_{\text{开}}$ (×100%)
1#	43.6	97	0.390
2#	43.1	96	0.371

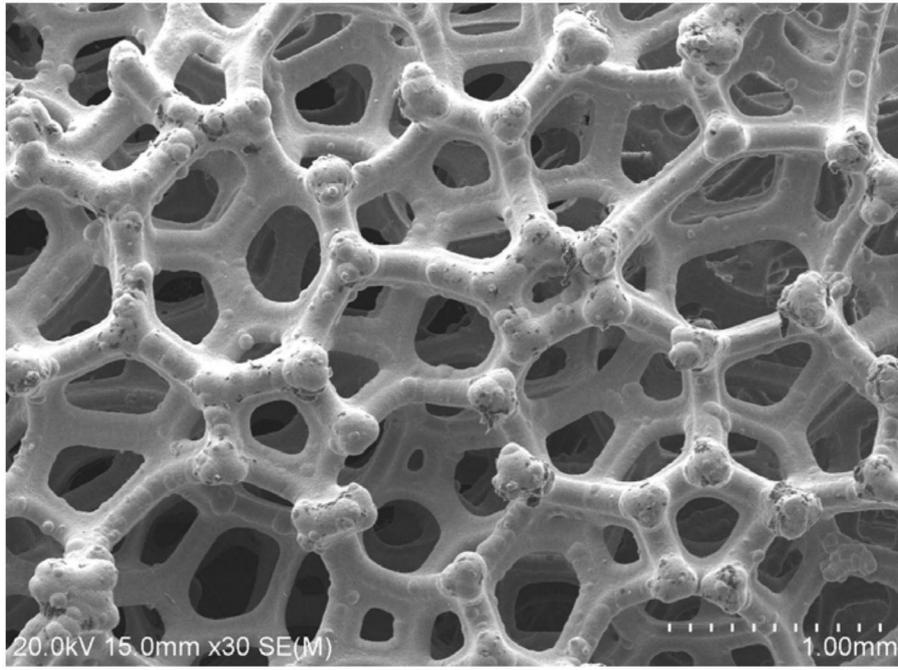


图1