



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105623248 A

(43) 申请公布日 2016.06.01

(21) 申请号 201610003527.9

C08K 5/20(2006.01)

(22) 申请日 2016.01.04

C08K 5/103(2006.01)

B29C 47/92(2006.01)

(71) 申请人 江苏沃特新材料科技有限公司

地址 224000 江苏省盐城市东台市经济开发
区纬八路 11 号

(72) 发明人 黄慧 刘则安 李海涛 李凤雪
张宝军

(74) 专利代理机构 深圳中一专利商标事务所
44237

代理人 张全文

(51) Int. Cl.

C08L 77/02(2006.01)

C08L 77/06(2006.01)

C08K 13/06(2006.01)

C08K 9/06(2006.01)

C08K 7/08(2006.01)

权利要求书1页 说明书18页

(54) 发明名称

一种聚酰胺复合材料及其制备方法

(57) 摘要

本发明适用于复合材料领域,提供了一种聚酰胺复合材料及其制备方法。所述聚酰胺复合材料包括如下重量份数的下列组分:聚酰胺 30-90 份;氧化锌 5-50 份;偶联剂 0.1-1.0 份;抗氧化剂 0.1-1.0 份;耐热剂 0-1.0 份;润滑剂 0.1-2.0 份;分散剂 0.1-2.0 份,其中,所述氧化锌为四针状氧化锌晶须。其制备方法包括以下步骤:按照所述聚酰胺复合材料的配方称取各组分;将除氧化锌和偶联剂外的所有组分进行第一混合处理,得到第一混合物料;将氧化锌和偶联剂进行第二混合处理,得到第二混合物料;将所述第一混合物料从双螺杆挤出机的主喂料口进料、所述第二混合物料从侧喂料口加入,进行熔融挤出,造粒。

1. 一种聚酰胺复合材料,其特征在于,包括如下重量份数的下列组分:

聚酰胺	30-90 份;
氧化锌	5-50 份;
偶联剂	0.1-1.0 份;
抗氧剂	0.1-1.0 份;
耐热剂	0-1.0 份;
润滑剂	0.1-2.0 份;
分散剂	0.1-2.0 份;

其中,所述氧化锌为四针状氧化锌晶须。

2. 如权利要求1所述的聚酰胺复合材料,其特征在于,所述四针状氧化锌晶须为单晶性氧化锌晶须。

3. 如权利要求1所述的聚酰胺复合材料,其特征在于,所述氧化锌的纯度 $\geq 99.95\%$ 。

4. 如权利要求1-3任一所述的聚酰胺复合材料,其特征在于,所述偶联剂为硅烷偶联剂。

5. 如权利要求4所述的聚酰胺复合材料,其特征在于,所述偶联剂为 γ -氨丙基三乙氧基硅烷。

6. 如权利要求1-3任一所述的聚酰胺复合材料,其特征在于,所述抗氧剂为受阻酚类抗氧剂。

7. 如权利要求1-3任一所述的聚酰胺复合材料,其特征在于,所述耐热剂为含铜抗氧剂和增效剂的混合物。

8. 如权利要求1-3任一所述的聚酰胺复合材料,其特征在于,所述分散剂为蒙旦蜡、乙撑双硬脂酸酰胺中的至少一种。

9. 一种聚酰胺复合材料的制备方法,包括以下步骤:

按照权利要求1-8任一所述聚酰胺复合材料的配方称取各组分;

将除氧化锌和偶联剂外的所有组分进行第一混合处理,得到第一混合物料;将氧化锌和偶联剂进行第二混合处理,得到第二混合物料;

将所述第一混合物料从双螺杆挤出机的主喂料口进料、所述第二混合物料从侧喂料口加入,进行熔融挤出,造粒。

10. 如权利要求9所述的聚酰胺复合材料的制备方法,其特征在于,所述熔融挤出的工艺条件为:一区温度 $180-210^{\circ}\text{C}$,二区温度 $220-250^{\circ}\text{C}$,三区温度 $230-280^{\circ}\text{C}$,四区温度 $240-290^{\circ}\text{C}$,五区温度 $240-295^{\circ}\text{C}$,六区温度 $240-290^{\circ}\text{C}$,七区温度 $230-280^{\circ}\text{C}$,八区温度 $220-280^{\circ}\text{C}$,九区温度 $200-290^{\circ}\text{C}$ 。

一种聚酰胺复合材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于复合材料领域,尤其涉及一种聚酰胺复合材料及其制备方法。

背景技术

[0002] 聚酰胺树脂具有良好的力学性能、耐化学药品性能、耐磨、耐热等优良性能,目前已广泛应用于汽车、航空航天、化工、机械、电子电器、运动器材等领域。由于聚酰胺分子中存在大量氢、氧以及氮原子,因而分子间容易形成氢键,提高了分子间作用力,这就使得聚酰胺材料具有高强度、高刚性的特点。此外,聚酰胺还具有耐磨损、耐腐蚀等优点。

[0003] 然而,聚酰胺分子为线性不对称结构,其分子链呈绕曲状态,所以聚酰胺材料的结晶度较低,一般只有25%–45%。且由于聚酰胺分子结构中含有大量的胺基和羰基,因此,其容易与水分子形成氢键,导致使用该物质的材料在使用及存放时容易吸水,进而产生增塑效应,最终导致材料体积膨胀、模量下降,在机械力作用下发生明显蠕变。而材料如果抗蠕变能力差,就会使得其机械性能降低、尺寸稳定性差,在很大程度上限制了材料的应用,特别不适用于作为高温高湿环境下、具有较高机械性能和尺寸稳定性要求的材料。同时,由于聚酰胺材料本身没有抗菌性能,很大程度上限制了聚酰胺材料在家用电器、厨卫以及学校医院等方面的使用。如CN 203729669 U涉及的一种抗菌尼龙门把手,在使用频繁的公共场合,由于长期受到外力作用,容易发生蠕变,从而缩短材料的使用寿命。

[0004] 目前,主要通过加入各种填料以及抗菌剂,来克服聚酰胺材料蠕变和不抗菌的不足,同时提高聚酰胺材料物理性能。常用的填料多为无机粉体和各类纤维,其中,常用的滑石粉、高岭土等无机粉体对材料的韧性有较大的影响,同时对材料的强度提高也不理想;而玻璃纤维有着较大的长径比,虽然对材料的力学性能有较大提高,但是,玻璃纤维的添加对材料的加工性能有一定的影响,特别是用于制件较大、结构较复杂的产品时容易产生应力翘曲、发生变形以及降低产品表面光泽度。而目前所用抗菌剂成本较高,不利于复合材料成本的控制。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种具有高机械强度、低蠕变、抗菌、耐磨损、耐热、耐腐蚀、尺寸稳定性好、减震、降噪等性能的聚酰胺复合材料,旨在解决现有聚酰胺材料抗蠕变性能和抗菌性能差的问题。

[0006] 本发明的另一目的在于提供一种聚酰胺复合材料的制备方法。

[0007] 本发明是这样实现的,一种聚酰胺复合材料,包括如下重量份数的下列组分:

	聚酰胺	30-90 份;
	氧化锌	5-50 份;
	偶联剂	0.1-1.0 份;
[0008]	抗氧剂	0.1-1.0 份;
	耐热剂	0-1.0 份;
	润滑剂	0.1-2.0 份;
	分散剂	0.1-2.0 份;

[0009] 其中,所述氧化锌为四针状氧化锌晶须。

[0010] 以及,一种聚酰胺复合材料的制备方法,包括以下步骤:

[0011] 按照所述聚酰胺复合材料的配方称取各组分;

[0012] 将除氧化锌和偶联剂外的所有组分进行第一混合处理,得到第一混合物料;将氧化锌和偶联剂进行第二混合处理,得到第二混合物料;

[0013] 将所述第一混合物料从双螺杆挤出机的主喂料口进料、所述第二混合物料从侧喂料口加入,进行熔融挤出,造粒。

[0014] 本发明提供的聚酰胺复合材料,添加了四针状氧化锌组分,所述四针状氧化锌无结构缺陷,其强度高,具有优异的补强增韧性能和抗菌性能,同时改善聚酰胺材料的强度、抗蠕变性能和抗菌性能。具体的,由于所述四针状氧化锌晶须微观为三维四针状立体结构,即晶须有一核心,从核心径向方向展现出四根针状晶体,每根针状体均为单晶体微纤维,任两根针状体的夹角为 109° ,晶须的中心体直径 $0.7-1.4\mu\text{m}$,针状体根部直径 $0.5-14\mu\text{m}$,针状体长度为 $3-200\mu\text{m}$,具有特殊的空间立体结构。所述四针状氧化锌组分因其独特的立体四针状三维结构,容易实现在基体材料中的均匀分布,从而各向同性地改善材料的物理性能;同时由于其四针状结构,复合材料中的聚酰胺分子链能够在其四个针上稳固缠绕,各相均一,消除每个方向的分子链滑移,从而从本质上并且高效的解决尼龙的蠕变,使得聚酰胺复合材料的抗蠕变性能明显增强,即便是在高温高湿环境下,也能具有优良的机械性能和尺寸稳定性。同时,所述四针状氧化锌晶须具有较好的抗菌作用,能够用于厨卫、公共场合以及家用电器如齿轮、阀门、门把手、运动器材、汽车部件等抗菌要求较高的产品,具有良好的发展前景。

[0015] 本发明提供的聚酰胺复合材料,具有良好的抗蠕变性,在使用过程中长期受力而不变形,同时还具有抗菌能力,能够防止细菌、病毒的滋生和传播,能够用于厨卫(如洗衣机、马桶部件)、公共场合以及医院公共设施和医疗设备(如齿轮、阀门、把手)等;本发明提供的聚酰胺复合材料,同时具有良好的减震性、吸波性能、耐热性、尺寸稳定性,能够用于汽车零部件(如发动机罩盖、气门室罩盖、油门脚踏板等),同时还可应用于电动工具和运动器材。此外,本发明提供的聚酰胺复合材料,还具有优良的机械强度、耐磨损、耐腐蚀、易加工等性能,且成本低廉,具有广阔的应用前景,可以多领域应用,尤其适用于家电和厨卫产品。

[0016] 本发明提供的聚酰胺复合材料的制备方法,将氧化锌、偶联剂充分混合后作为一

个整体,与其他成分形成的混合物从不同喂料口进行喂料,可以保证所述氧化锌和偶联剂充分分散均匀,从而得到性能优良的复合产品。此外,本发明提供的聚酰胺复合材料的制备方法,只需将各组分进行混合处理后进行熔融制粒,操作简单可控,且熔融制粒工艺成熟,易于实现产业化。

具体实施方式

[0017] 为了使本发明要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白,以下结合实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0018] 本发明实施例提供了一种聚酰胺复合材料,包括如下重量份数的下列组分:

聚酰胺 30-90 份;

氧化锌 5-50 份;

偶联剂 0.1-1.0 份;

[0019] 抗氧剂 0.1-1.0 份;

耐热剂 0-1.0 份;

润滑剂 0.1-2.0 份;

分散剂 0.1-2.0 份;

[0020] 其中,所述氧化锌为四针状氧化锌晶须。

[0021] 具体的,所述聚酰胺作为本发明实施例聚酰胺复合材料的主体,赋予复合材料高强度、高刚性、耐磨损、耐腐蚀的优点。本发明实施例中,所述聚酰胺为PA6、PA66的一种或是两种形成的混合物。作为优选实施例,为了获得良好的流动性、高强度、耐磨损、耐高温等良好性能,所述聚酰胺选用相对密度为1.12-1.15、相对粘度为2.0-2.8的PA6、PA66。本发明实施例中,所述聚酰胺的含量为30-90份,可为30份、35份、40份、45份、50份、55份、60份、65份、70份、75份、80份、85份、90份等具体份数。

[0022] 本发明实施例中,所述氧化锌四针状氧化锌晶须。所述氧化锌晶须微观结构为三维四针状立体结构,即晶须有一核心,从核心径向方向展现出四根针状晶体,任两根针状体的夹角为 109° ,晶须的中心体直径 $0.7-1.4\mu\text{m}$,针状体根部直径 $0.5-14\mu\text{m}$,针状体长度为 $100-200\mu\text{m}$ 。作为优选实施例,所述四针状氧化锌晶须为位错小、晶格缺陷少的单晶性氧化锌晶须。本发明实施例中,所述氧化锌的杂质含量少,纯度 $\geq 99.95\%$,从而保证了其功能的充分发挥,如具有极高的力学强度和弹性模量,拉伸强度和弹性模量分别达到 $1.0 \times 10^4\text{MPa}$ 和 $3.5 \times 10^5\text{MPa}$ 。同时由于所述氧化锌晶须具有独特的立体四针状三维结构,使得所述氧化锌晶须在基体材料中能够实现均匀分布,从而各相同性地改善材料的物理性能,赋予复合材料各种独特性能,如增强、耐磨、抗菌、减震、降噪、吸波、抗静电等性能。另外,由于所述氧化锌独特立体四针状三维结构,所述聚酰胺分子能够稳定的缠绕在其不同方向的针上,由于每根针之间的夹角固定为 109° ,所以聚酰胺分子能被比较稳定的固定下来,从而避免吸

水后、在水分子的润滑作用下、所述聚酰胺分子链在外力作用下发生较大的滑移或分子链松弛,导致材料发生蠕变,进而发生材料变形,影响其使用。

[0023] 本发明实施例所述氧化锌晶须还具有优良的抗菌性能,且所述氧化锌晶须可以通过光催化抗菌和接触式杀菌两种途径达到高效抗菌性能。具体的:由于所述氧化锌晶须具有较强的光催化能力,经紫外照射后,所述氧化锌价带中的电子会激发到导带,形成自由移动的带负电的电子和带正电的空穴,这种空穴与吸附在材料表面的氧气、羟基和水等反应产生氢氧根、氧负离子和过氧化氢等具有还原作用的羟基自由基及活性氧离子,使得空气和水中的氧变为活性氧。活性氧具有极强的氧化活性,它们能与多种微生物中的有机物(例如:羟基等)发生反应,能降解多种有机化合物,破坏细菌细胞的增殖能力,而抑制或杀灭细菌,即光催化抗菌。接触式杀菌是指氧化锌在含水的介质中缓慢释放锌离子,锌离子逐渐地游离出来。由于锌离子具有氧化还原性,与细菌细胞膜相结合时,锌离子与其中的有机物发生反应,能破坏膜蛋白的结构,使其失去活性,达到杀菌目的。此外,所述氧化锌晶须表面的空穴会产生电子,直接参与反应,空穴数量越多就会产生更多的电子,其杀菌能力就增加。本发明实施例所述氧化锌晶须同时能发挥抗菌和杀菌两种性能,而且相互起协同作用,赋予所述聚酰胺复合材料高抗菌性能,使得所述聚酰胺复合材料适用于厨卫、公共场合设备以及家用电器等方面使用,保证设备在使用及存放时不产生细菌,有利于生活健康。

[0024] 本发明实施例中,所述氧化锌的含量对本发明的效果影响较大,当所述氧化锌的含量过少时,无法发挥抗蠕变和抗菌性能;当所述氧化锌含量过多时,一方面,其发挥的抗蠕变和抗菌性能饱和,难以再进一步提高;另一方面,添加过多的氧化锌,会导致其结构在加工过程中遭到破坏,反而降低抗蠕变和抗菌性能。有鉴于此,本发明实施例中,所述氧化锌的含量为5-50份,可为5份、10份、15份、20份、25份、30份、35份、40份、45份、50份等具体份数。

[0025] 本发明实施例中,为了提高复合材料各组分之间的相容性,添加了偶联剂。作为优选实施例,所述偶联剂为硅烷偶联剂。进一步的,所述偶联剂优选为 γ -氨丙基三乙氧基硅烷。该优选的偶联剂能对所述氧化锌晶须表面进行表面处理,从而提高所述氧化锌晶须和聚酰胺树脂之间的相容性,进而产生牢固的两相界面,提高材料的机械性能。本发明实施例中,所述偶联剂的含量为0.1-1.0份,可为0.1份、0.2份、0.3份、0.4份、0.5份、0.6份、0.7份、0.8份、0.9份、1.0份等具体份数。

[0026] 本发明实施例中,为了防止复合材料的氧化对其使用寿命带来影响,添加了抗氧剂。作为优选实施例,所述抗氧剂为受阻酚类抗氧剂,进一步优选N,N'-1,6-亚甲基-二-[3,5-二叔丁基-4-羟基苯丙酰胺]。该优选的抗氧剂在加工过程中能有效保护所述聚酰胺不受热降解,避免材料物性下降。本发明实施例中,所述抗氧剂的含量为0.1-1.0份,可为0.1份、0.2份、0.3份、0.4份、0.5份、0.6份、0.7份、0.8份、0.9份、1.0份等具体份数。

[0027] 本发明实施例中,为了提高复合材料的耐热性能,添加了耐热剂。作为优选实施例,所述耐热剂为含铜抗氧剂和增效剂的混合物。其中,所述含铜抗氧剂中的铜离子与所述聚酰胺键螯合形成更为稳定的结构,所述增效剂为能够增强聚酰胺键螯合物稳定性的物质,包括但不限于碘化钾。通过优选的所述耐热剂,铜离子与所述聚酰胺键螯合形成酰胺键螯合物,同时所述增效剂如碘化钾能与铜配合增强聚酰胺键螯合物的稳定性,使所述聚酰胺在受热氧基团的攻击时也不易发生断裂降解,从而保证复合材料长期处在高温环境中分

子链的稳定性,避免材料脆化。本发明实施例中,所述耐热剂的含量为0-1.0份,可为0.01份、0.05份、0.1份、0.2份、0.3份、0.4份、0.5份、0.6份、0.7份、0.8份、0.9份、1.0份等具体份数。

[0028] 本发明实施例中,为了提高复合材料各组分之间的加工型,添加了润滑剂。作为优选实施例,所述润滑剂选自硬脂酸盐、硅酮中的一种或几种的混合物。进一步优选季戊四醇二硬脂酸酯。该优选的润滑剂具有较好的耐热性能,在聚酰胺加工过程中不分解,同时所述季戊四醇二硬脂酸酯和所述聚酰胺的相容性良好,起到内外兼具的润滑效果,能促进各组分的熔融,有效改进所述复合材料熔体流动性,减小加工过程中熔体与设备之间的摩擦。同时所述季戊四醇二硬脂酸酯分子量较大,在后续使用过程中不会析出,不会影响材料使用和产品外观,同时还有助于材料的脱模性能。本发明实施例中,所述润滑剂的含量为0.1-2.0份,可为0.1份、0.2份、0.3份、0.4份、0.5份、0.6份、0.7份、0.8份、0.9份、1.0份、1.2份、1.5份、1.8份、2.0份等具体份数。

[0029] 本发明实施例中,为了促进所述氧化锌的分散,从而保证其充分发挥其作用,在复合材料中添加了分散剂。作为优选实施例,所述分散剂为蒙旦蜡、乙撑双硬脂酸酰胺中的至少一种。进一步的,所述分散剂优选蒙旦蜡中的褐煤蜡酸-1-甲基-1,3-丙二基酯与脂肪酸-褐煤蜡钙盐的共混物。优选的所述分散剂能有效提高四针状氧化锌晶须在所述聚酰胺基体树脂中的分散作用,保证材料均匀稳定性,提高材料的物性。本发明实施例中,所述分散剂的含量为0.1-2.0份,可为0.1份、0.2份、0.3份、0.4份、0.5份、0.6份、0.7份、0.8份、0.9份、1.0份、1.2份、1.5份、1.8份、2.0份等具体份数。

[0030] 本发明实施例中,所述聚酰胺复合材料还可以根据实际需要添加其他助剂。

[0031] 本发明实施例提供的聚酰胺复合材料,添加了四针状氧化锌组分,所述四针状氧化锌无结构缺陷,其强度高,具有优异的补强增韧性能和抗菌性能,同时改善聚酰胺材料的强度、抗蠕变性能和抗菌性能。具体的,由于所述四针状氧化锌晶须微观为三维四针状立体结构,即晶须有一核心,从核心径向方向展现出四根针状晶体,每根针状体均为单晶体微纤维,任两根针状体的夹角为 109° ,晶须的中心体直径 $0.7-1.4\mu\text{m}$,针状体根部直径 $0.5-14\mu\text{m}$,针状体长度为 $3-200\mu\text{m}$,具有特殊的空间立体结构。所述四针状氧化锌组分因其独特的立体四针状三维结构,容易实现在基体材料中的均匀分布,从而各向同性地改善材料的物理性能;同时由于其四针状结构,复合材料中的聚酰胺分子链能够在其四个针上稳固缠绕,各相均一,消除每个方向的分子链滑移,从而从本质上并且高效的解决尼龙的蠕变,使得聚酰胺复合材料的抗蠕变性能明显增强,即便是在高温高湿环境下,也能具有优良的机械性能和尺寸稳定性。同时,所述四针状氧化锌晶须具有较好的抗菌作用,能够用于厨卫、公共场合以及家用电器如齿轮、阀门、门把手、运动器材、汽车部件等抗菌要求较高的产品,具有良好的发展前景。

[0032] 本发明实施例提供的聚酰胺复合材料,具有良好的抗蠕变性,在使用过程中长期受力而不变形,同时还具有抗菌能力,能够防止细菌、病毒的滋生和传播,能够用于厨卫(如洗衣机、马桶部件)、公共场合以及医院公共设施和医疗设备(如齿轮、阀门、把手)等;本发明实施例提供的聚酰胺复合材料,同时具有良好的减震性、吸波性能、耐热性、尺寸稳定性,能够用于汽车零部件(如发动机罩盖、气门室罩盖、油门脚踏板等),同时还可应用于电动工具和运动器材。此外,本发明实施例提供的聚酰胺复合材料,还具有优良的机械强度、耐磨

损、耐腐蚀、易加工等性能,且成本低廉,具有广阔的应用前景,可以多领域应用,尤其适用于家电和厨卫产品。

[0033] 本发明实施例提供的聚酰胺复合材料可以通过下述方法制备获得。

[0034] 相应的,本发明实施例提供了一种聚酰胺复合材料的制备方法,包括以下步骤:

[0035] S01.按照所述聚酰胺复合材料的配方称取各组分;

[0036] S02.将除氧化锌和偶联剂外的所有组分进行第一混合处理,得到第一混合物料;将氧化锌和偶联剂进行第二混合处理,得到第二混合物料;

[0037] S03.将所述第一混合物料从双螺杆挤出机的主喂料口进料、所述第二混合物料从侧喂料口加入,进行熔融挤出,造粒。

[0038] 具体的,上述步骤S01中,所述聚酰胺复合材料的配方组分及其优选情况如上文所述,为了节约篇幅,此处不再赘述。

[0039] 上述步骤S02中,所述第一混合处理将聚酰胺、抗氧剂、耐热剂等混合均匀,具体的,第一混合处理方式包括但不限于在高速混合机混合1-5分钟,以保材料混合均匀;所述第二混合处理将所述氧化锌和所述偶联剂充分混合,具体的,所述第二混合处理方式包括但不限于:将所述氧化锌晶须加入高速混合机,温度75℃,把所述偶联剂以喷洒的方式加入到粉体中,混合10-20分钟,以确保所述偶联剂均匀包覆在所述氧化锌晶须表面,同时对所述氧化锌晶须进行表面改性。其中,采用喷洒的方式添加偶联剂,有利于所述偶联剂在后续的步骤中与所述第一物料混合时充分分散混合。

[0040] 上述步骤S03中,将所述第一混合物料从双螺杆挤出机的主喂料口进料、所述第二混合物料从侧喂料口如五区侧喂料口加入,可以将所述氧化锌和偶联剂与所述第一混合物料充分分散均匀。作为优选实施例,所述熔融挤出的工艺条件为:一区温度180-210℃,二区温度220-250℃,三区温度230-280℃,四区温度240-290℃,五区温度240-295℃,六区温度240-290℃,七区温度230-280℃,八区温度220-280℃,九区温度200-290℃。该优选的熔融段温度能保证所述聚酰胺树脂充分熔融,降低熔体强度;同时,在加入所述氧化锌晶须后有助于所述氧化锌晶须的分散,同时保护其四针状结构在加工过程中不被破坏,保证材料的力学性能。

[0041] 本发明实施例提供的聚酰胺复合材料的制备方法,将氧化锌、偶联剂充分混合后作为一个整体,与其他成分形成的混合物从不同喂料口进行喂料,可以保证所述氧化锌和偶联剂充分分散均匀,从而得到性能优良的复合产品。此外,本发明提供的聚酰胺复合材料的制备方法,只需将各组分进行混合处理后进行熔融制粒,操作简单可控,且熔融制粒工艺成熟,易于实现产业化。

[0042] 下面结合具体实施例对本发明作进一步说明。本发明的范围不受这些实施例的限制。

[0043] 在本发明实施例及对比例提供的聚酰胺复合材料中,聚酰胺可为PA6和/或PA66,相对密度为1.13-1.15,PA6熔点为215-225℃,PA66熔点为255-265℃,相对粘度为2.0-2.5;所述四针状氧化锌晶须可为松下公司生产的牌号T-ZnOw的四针状氧化锌晶须;玻璃纤维为无碱短切玻璃纤维,具体可为重庆复材生产的牌号为ECS301HP的短切玻璃纤维;所述耐热剂可为吕格曼生产的牌号H3373的含铜抗氧剂和增效剂的混合物;所述抗氧剂可为受阻胺类抗氧剂,具体可为为BASF公司产品(牌号为1098)的受阻胺类抗氧剂;所述润滑剂可为季

戊四醇硬脂酸酯,具体可为发基生产的牌号为PETS-AHS的季戊四醇硬脂酸酯;所述分散剂可为蒙旦蜡,具体可为科莱恩生产的牌号为OPwax的蒙旦蜡。

[0044] 实施例1

[0045] 一种聚酰胺复合材料,包括如下重量份数的下列组分:

PA6 68.2 份;

氧化锌 30 份;

硅烷偶联剂 0.5 份;

[0046] 抗氧剂 0.2 份;

耐热剂 0.5 份;

润滑剂 0.5 份;

分散剂 0.5 份,

[0047] 其中,所述氧化锌为四针状氧化锌晶须。

[0048] 上述聚酰胺复合材料的制备方法,包括以下步骤:

[0049] S11.按照所述聚酰胺复合材料的配方称取各组分;

[0050] S22.将除氧化锌和偶联剂外的所有组分进行第一混合处理,得到第一混合物料;将氧化锌和偶联剂进行第二混合处理,得到第二混合物料;

[0051] S13.将所述第一混合物料从双螺杆挤出机的主喂料口进料、所述第二混合物料从五区侧喂料口加入,进行熔融挤出,造粒,其中,一区温度180℃,二区温度220℃,三区温度230℃,四区温度240℃,五区温度240℃,六区温度240℃,七区温度230℃,八区温度220℃,九区温度240℃。

[0052] 实施例2

[0053] 一种聚酰胺复合材料,包括如下重量份数的下列组分:

PA6 72 份;

氧化锌 25 份;

硅烷偶联剂 0.6 份;

[0054] 抗氧剂 0.5 份;

耐热剂 0.5 份;

润滑剂 0.6 份;

分散剂 0.5 份,

[0055] 其中,所述氧化锌为四针状氧化锌晶须。

[0056] 上述聚酰胺复合材料的制备方法,包括以下步骤:

[0057] S21.按照所述聚酰胺复合材料的配方称取各组分；

[0058] S22.将除氧化锌和偶联剂外的所有组分进行第一混合处理,得到第一混合物料；将氧化锌和偶联剂进行第二混合处理,得到第二混合物料；

[0059] S23.将所述第一混合物料从双螺杆挤出机的主喂料口进料、所述第二混合物料从五区侧喂料口加入,进行熔融挤出,造粒,其中,一区温度180℃,二区温度230℃,三区温度240℃,四区温度250℃,五区温度250℃,六区温度220℃,七区温度210℃,八区温度200℃,九区温度250℃。

[0060] 实施例3

[0061] 一种聚酰胺复合材料,包括如下重量份数的下列组分：

PA6 30份；

PA66 41.5份；

氧化锌 25份；

硅烷偶联剂 0.8份；

[0062]

抗氧剂 0.5份；

耐热剂 0.8份；

润滑剂 0.7份；

分散剂 0.7份；

[0063] 其中,所述氧化锌为四针状氧化锌晶须。

[0064] 上述聚酰胺复合材料的制备方法,包括以下步骤：

[0065] S31.按照所述聚酰胺复合材料的配方称取各组分；

[0066] S32.将除氧化锌和偶联剂外的所有组分进行第一混合处理,得到第一混合物料；将氧化锌和偶联剂进行第二混合处理,得到第二混合物料；

[0067] S33.将所述第一混合物料从双螺杆挤出机的主喂料口进料、所述第二混合物料从五区侧喂料口加入,进行熔融挤出,造粒,其中,一区温度200℃,二区温度220℃,三区温度235℃,四区温度250℃,五区温度260℃,六区温度270℃,七区温度260℃,八区温度240℃,九区温度270℃。

[0068] 实施例4

[0069] 一种聚酰胺复合材料,包括如下重量份数的下列组分：

	PA6	40 份;
	PA66	27.4 份;
	氧化锌	30 份;
[0070]	硅烷偶联剂	0.6 份;
	抗氧剂	0.3 份;
	耐热剂	0.5 份;
	润滑剂	0.4 份;
	分散剂	0.8 份;

[0071] 其中,所述氧化锌为四针状氧化锌晶须。

[0072] 上述聚酰胺复合材料的制备方法,包括以下步骤:

[0073] S41.按照所述聚酰胺复合材料的配方称取各组分;

[0074] S42.将除氧化锌和偶联剂外的所有组分进行第一混合处理,得到第一混合物料;将氧化锌和偶联剂进行第二混合处理,得到第二混合物料;

[0075] S43.将所述第一混合物料从双螺杆挤出机的主喂料口进料、所述第二混合物料从五区侧喂料口加入,进行熔融挤出,造粒,其中,一区温度180℃,二区温度210℃,三区温度230℃,四区温度250℃,五区温度260℃,六区温度250℃,七区温度240℃,八区温度220℃,九区温度260℃。

[0076] 实施例5

[0077] 一种聚酰胺复合材料,包括如下重量份数的下列组分:

	PA66	58 份;
[0078]	氧化锌	30 份;
	硅烷偶联剂	0.6 份;
	抗氧剂	0.3 份;
[0079]	耐热剂	0.5 份;
	润滑剂	0.3 份;
	分散剂	0.3 份;

[0080] 其中,所述氧化锌为四针状氧化锌晶须。

[0081] 上述聚酰胺复合材料的制备方法,包括以下步骤:

[0082] S51.按照所述聚酰胺复合材料的配方称取各组分;

[0083] S52.将除氧化锌和偶联剂外的所有组分进行第一混合处理,得到第一混合物料;

将氧化锌和偶联剂进行第二混合处理,得到第二混合物料;

[0084] S53.将所述第一混合物料从双螺杆挤出机的主喂料口进料、所述第二混合物料从五区侧喂料口加入,进行熔融挤出,造粒,其中,一区温度220℃,二区温度240℃,三区温度260℃,四区温度290℃,五区温度295℃,六区温度295℃,七区温度280℃,八区温度270℃,九区温度260℃。

[0085] 实施例6

[0086] 一种聚酰胺复合材料,包括如下重量份数的下列组分:

PA66 56.1份;

氧化锌 40份;

硅烷偶联剂 1份;

[0087] 抗氧剂 0.4份;

耐热剂 0.5份;

润滑剂 0.8份;

分散剂 1.2份;

[0088] 其中,所述氧化锌为四针状氧化锌晶须。

[0089] 上述聚酰胺复合材料的制备方法,包括以下步骤:

[0090] S61.按照所述聚酰胺复合材料的配方称取各组分;

[0091] S62.将除氧化锌和偶联剂外的所有组分进行第一混合处理,得到第一混合物料;将氧化锌和偶联剂进行第二混合处理,得到第二混合物料;

[0092] S63.将所述第一混合物料从双螺杆挤出机的主喂料口进料、所述第二混合物料从五区侧喂料口加入,进行熔融挤出,造粒,其中,一区温度210℃,二区温度230℃,三区温度250℃,四区温度260℃,五区温度280℃,六区温度270℃,七区温度260℃,八区温度230℃,九区温度280℃。

[0093] 实施例7

[0094] 一种聚酰胺复合材料,包括如下重量份数的下列组分:

- | | | |
|--------|-------|---------|
| | PA66 | 56.1 份; |
| | 氧化锌 | 40 份; |
| | 硅烷偶联剂 | 1 份; |
| [0095] | 抗氧剂 | 0.4 份; |
| | 耐热剂 | 0.5 份; |
| | 润滑剂 | 0.8 份; |
| | 分散剂 | 1.2 份, |
- [0096] 其中,所述氧化锌为四针状氧化锌晶须。
- [0097] 上述聚酰胺复合材料的制备方法,包括以下步骤:
- [0098] S71.按照所述聚酰胺复合材料的配方称取各组分;
- [0099] S72.将除氧化锌和偶联剂外的所有组分进行第一混合处理,得到第一混合物料;将氧化锌和偶联剂进行第二混合处理,得到第二混合物料;
- [0100] S73.将所述第一混合物料从双螺杆挤出机的主喂料口进料、所述第二混合物料从五区侧喂料口加入,进行熔融挤出,造粒,其中,一区温度180℃,二区温度230℃,三区温度250℃,四区温度270℃,五区温度280℃,六区温度260℃,七区温度240℃,八区温度220℃,九区温度280℃。
- [0101] 实施例8
- [0102] 一种聚酰胺复合材料,包括如下重量份数的下列组分:
- | | | |
|--------|-------|---------|
| | PA66 | 88.5 份; |
| | 氧化锌 | 10 份; |
| | 硅烷偶联剂 | 0.2 份; |
| [0103] | 抗氧剂 | 0.2 份; |
| | 耐热剂 | 0.3 份; |
| | 润滑剂 | 0.5 份; |
| | 分散剂 | 0.3 份, |
- [0104] 其中,所述氧化锌为四针状氧化锌晶须。
- [0105] 上述聚酰胺复合材料的制备方法,包括以下步骤:
- [0106] S81.按照所述聚酰胺复合材料的配方称取各组分;
- [0107] S82.将除氧化锌和偶联剂外的所有组分进行第一混合处理,得到第一混合物料;将氧化锌和偶联剂进行第二混合处理,得到第二混合物料;

[0108] S83.将所述第一混合物料从双螺杆挤出机的主喂料口进料、所述第二混合物料从五区侧喂料口加入,进行熔融挤出,造粒,其中,一区温度220℃,二区温度240℃,三区温度260℃,四区温度280℃,五区温度295℃,六区温度275℃,七区温度275℃,八区温度275℃,九区温度290℃。

[0109] 对比例1

[0110] 一种聚酰胺复合材料,包括如下重量份数的下列组分:

PA6 68.2 份;

氧化锌 30 份;

抗氧剂 0.5 份;

[0111]

耐热剂 0.2 份;

润滑剂 0.5 份;

分散剂 0.7 份;

[0112] 其中,所述氧化锌为四针状氧化锌晶须。

[0113] 上述聚酰胺复合材料的制备方法,包括以下步骤:

[0114] D11.按照所述聚酰胺复合材料的配方称取各组分;

[0115] D12.将除氧化锌外的所有组分进行第一混合处理,得到第一混合物料;将氧化锌进行第二混合处理,得到第二混合物料;

[0116] D13.将所述第一混合物料从双螺杆挤出机的主喂料口进料、所述第二混合物料从五区侧喂料口加入,进行熔融挤出,造粒,其中,一区温度200℃,二区温度220℃,三区温度235℃,四区温度240℃,五区温度250℃,六区温度240℃,七区温度230℃,八区温度220℃,九区温度250℃。

[0117] 对比例2

[0118] 一种聚酰胺复合材料,包括如下重量份数的下列组分:

PA6 98.1 份;

偶联剂 0.5 份;

[0119] 抗氧剂 0.2 份;

耐热剂 0.4 份;

润滑剂 0.4 份;

[0120] 分散剂 0.4 份。

[0121] 上述聚酰胺复合材料的制备方法,包括以下步骤:

[0122] D21.按照所述聚酰胺复合材料的配方称取各组分;

[0123] D22.将除氧化锌外的所有组分进行第一混合处理,得到第一混合物料;将氧化锌

进行第二混合处理,得到第二混合物料;

[0124] D23.将所述第一混合物料从双螺杆挤出机的主喂料口进料、所述第二混合物料从五区侧喂料口加入,进行熔融挤出,造粒,其中,一区温度180℃,二区温度210℃,三区温度230℃,四区温度250℃,五区温度270℃,六区温度250℃,七区温度230℃,八区温度220℃,九区温度250℃。

[0125] 对比例3

[0126] 一种聚酰胺复合材料,包括如下重量份数的下列组分:

PA66 66.6 份;

玻璃纤维 30 份;

硅烷偶联剂 0.5 份;

[0127] 抗氧剂 0.5 份;

耐热剂 0.6 份;

润滑剂 0.8 份;

分散剂 1 份。

[0128] 上述聚酰胺复合材料的制备方法,包括以下步骤:

[0129] D31.按照所述聚酰胺复合材料的配方称取各组分;

[0130] D32.将除氧化锌外的所有组分进行第一混合处理,得到第一混合物料;将氧化锌进行第二混合处理,得到第二混合物料;

[0131] D33.将所述第一混合物料从双螺杆挤出机的主喂料口进料、所述第二混合物料从五区侧喂料口加入,进行熔融挤出,造粒,其中,一区温度220℃,二区温度240℃,三区温度260℃,四区温度280℃,五区温度270℃,六区温度260℃,七区温度260℃,八区温度260℃,九区温度280℃。

[0132] 对比例4

[0133] 一种聚酰胺复合材料,包括如下重量份数的下列组分:

	PA66	56.4 份;
	玻璃纤维	40 份;
	硅烷偶联剂	0.6 份;
[0134]	抗氧剂	0.3 份;
	耐热剂	0.8 份;
	润滑剂	1 份;
	分散剂	0.9 份。

[0135] 上述聚酰胺复合材料的制备方法,包括以下步骤:

[0136] D41.按照所述聚酰胺复合材料的配方称取各组分;

[0137] D42.将除氧化锌外的所有组分进行第一混合处理,得到第一混合物料;将氧化锌进行第二混合处理,得到第二混合物料;

[0138] D43.将所述第一混合物料从双螺杆挤出机的主喂料口进料、所述第二混合物料从五区侧喂料口加入,进行熔融挤出,造粒,其中,一区温度230℃,二区温度250℃,三区温度270℃,四区温度290℃,五区温度270℃,六区温度250℃,七区温度230℃,八区温度230℃,九区温度280℃。

[0139] 将实施例1-8和对比例1-4所得的聚酰胺复合材料进行性能测试,其冲击强度、拉伸强度、弯曲强度、抗菌性能和防霉性能的测试结果如下表1,其抗蠕变性能的测试结果如下表2。其中,值得说明的是,抗菌活性值的数值大小和抗菌性能成正比,即数值越大,表示抗菌性能越好;防霉等级的数值越小则表示防霉性能越好;横向为垂直于注塑时熔体流动方向,纵向为平行于熔体流动方向。

[0140] 表1

[0141]

项目	悬臂梁缺口冲击强度/23℃	拉伸强度	弯曲强度	抗菌性能(抗菌活性值)		防霉性能(防霉等级)
	单位	Mpa	Mpa	大肠杆菌	金黄色葡萄球菌	
测试标准	ASTM D256	ASTM D638	ASTM D790	JIS Z 2801		ASTM G21
实施例 1	13.5	180	220	4.5	3.6	0 级
实施例 2	11.6	171	209	4.2	3	0 级
实施例 3	10.5	174	211	4	3.2	0 级
实施例 4	12.6	183	221	5.1	3.5	0 级
实施例 5	13.1	185	226	5.3	3.5	1 级
实施例 6	11.4	181	229	5.6	3.5	1 级
实施例 7	9.6	169	197	5.8	4.1	0 级
实施例 8	6.5	121	164	2.1	1.3	1 级
对比例 1	9.4	163	176	4.6	3.8	0 级
对比例 2	4.5	81	95	1.2	0.5	3 级
对比例 3	11.2	175	186	2.1	1.6	3 级
对比例 4	12.5	192	231	2.4	2	2 级

[0142] 表2

[0143]

抗蠕变应变%		实施	实施	实施	实施	实施	实施	实施	实施	对比	对比	对比	对比	
条件/时间/方向		例1	例2	例3	例4	例5	例6	例7	例8	例1	例2	例3	例4	
应力 =30 MPa ，温 度 23℃ ，相 对湿 度 =50 %	0小 时	横向	0.152	0.163	0.168	0.149	0.144	0.143	0.148	0.450	0.284	1.739	0.305	0.274
		纵向	0.156	0.170	0.167	0.153	0.148	0.145	0.151	0.461	0.291	1.785	0.165	0.164
	1小 时	横向	0.187	0.194	0.196	0.183	0.178	0.176	0.182	0.553	0.349	2.139	0.375	0.337
		纵向	0.186	0.190	0.194	0.182	0.177	0.173	0.181	0.550	0.347	2.128	0.198	0.181
	10小 时	横向	0.235	0.231	0.233	0.230	0.223	0.221	0.228	0.695	0.438	2.688	0.472	0.424
		纵向	0.241	0.231	0.236	0.236	0.229	0.234	0.234	0.713	0.450	2.757	0.264	0.241
	100小 时	横向	0.254	0.261	0.264	0.249	0.241	0.245	0.247	0.751	0.474	2.906	0.510	0.458
		纵向	0.256	0.254	0.260	0.251	0.243	0.240	0.249	0.757	0.478	2.929	0.271	0.259
	500小 时	横向	0.275	0.271	0.274	0.270	0.261	0.256	0.267	0.814	0.513	3.146	0.552	0.496
		纵向	0.265	0.276	0.278	0.260	0.252	0.256	0.257	0.784	0.494	3.032	0.275	0.271
	1000小 时	横向	0.271	0.286	0.289	0.266	0.257	0.258	0.263	0.802	0.506	3.100	0.544	0.489

[0144]

应力 =50 MPa ， 温 度 =23℃ ， 相 对湿 度 =50 %	0 小 时	纵向	0.269	0.284	0.290	0.264	0.256	0.261	0.261	0.796	0.502	3.077	0.281	0.275
		横向	0.604	0.678	0.685	0.592	0.574	0.570	0.586	1.787	1.127	6.910	1.212	1.090
	1 小 时	纵向	0.598	0.672	0.679	0.586	0.568	0.572	0.581	1.769	1.116	6.841	0.546	0.486
		横向	0.795	0.884	0.893	0.779	0.755	0.752	0.772	2.352	1.483	9.095	1.596	1.434
	10 小 时	纵向	0.799	0.897	0.906	0.783	0.759	0.758	0.776	2.364	1.491	9.140	0.568	0.510
		横向	0.863	0.695	0.702	0.846	0.820	0.810	0.838	2.553	1.610	9.873	1.732	1.557
	100 小 时	纵向	0.856	0.961	0.970	0.839	0.813	0.821	0.831	2.532	1.597	9.793	0.810	0.630
		横向	0.965	1.012	1.022	0.946	0.917	0.895	0.937	2.855	1.800	11.04	1.937	1.741
	500 小 时	纵向	0.987	1.053	1.064	0.967	0.938	0.924	0.958	2.920	1.842	11.29	0.941	0.710
		横向	1.031	1.102	1.113	1.010	0.979	0.980	1.001	3.050	1.924	11.79	2.070	1.860
	1000 小 时	纵向	1.024	1.101	1.112	1.004	0.973	0.976	0.994	3.029	1.911	11.71	0.968	0.780
		横向	1.108	1.106	1.117	1.086	1.053	1.032	1.076	3.278	2.067	12.68	2.224	1.999
应力 =30 MPa ， 温 度 =90 ℃	0 小 时	纵向	1.103	1.145	1.157	1.081	1.048	1.027	1.071	3.263	2.058	12.62	1.101	0.790
		横向	0.361	0.381	0.385	0.354	0.343	0.345	0.350	1.068	0.674	4.130	0.725	0.651
	1 小 时	纵向	0.356	0.379	0.383	0.349	0.338	0.341	0.346	1.053	0.664	4.073	0.346	0.321
		横向	0.521	0.548	0.553	0.511	0.495	0.485	0.506	1.541	0.972	5.960	1.046	0.940
	10 小 时	纵向	0.523	1.539	1.555	0.513	0.497	0.487	0.508	1.547	0.976	5.983	0.511	0.412
		横向	0.625	0.657	0.664	0.613	0.594	0.582	0.607	1.849	1.166	7.150	1.255	1.128
	100 小 时	纵向	0.654	0.688	0.695	0.641	0.621	0.615	0.635	1.935	1.220	7.482	0.615	0.505
		横向	0.672	0.707	0.714	0.659	0.638	0.642	0.652	1.988	1.254	7.688	1.349	1.212
	500 小 时	纵向	0.674	0.709	0.716	0.661	0.640	0.631	0.654	1.994	1.258	7.710	0.634	0.580
		横向	0.685	0.720	0.728	0.671	0.651	0.654	0.665	2.026	1.278	7.836	1.375	1.236
	1000 小 时	纵向	0.694	0.730	0.737	0.680	0.659	0.646	0.674	2.053	1.295	7.939	0.681	0.600
		横向	0.685	0.720	0.728	0.671	0.651	0.648	0.665	2.026	1.278	7.836	1.375	1.236
应力 =50 MPa ， 温 度 =90 ℃	0 小 时	纵向	0.687	0.722	0.730	0.673	0.653	0.640	0.667	2.032	1.282	7.859	0.685	0.610
		横向	0.925	0.981	0.991	0.907	0.879	0.901	0.898	2.736	1.726	10.58	1.857	1.669
	1 小 时	纵向	0.910	0.965	0.975	0.892	0.865	0.895	0.884	2.692	1.698	10.41	0.871	0.745
		横向	1.121	1.189	1.201	1.099	1.065	1.051	1.088	3.316	2.092	12.82	2.250	2.022
	10 小 时	纵向	1.126	1.194	1.206	1.103	1.070	1.048	1.093	3.331	2.101	12.88	1.111	0.940
		横向	1.245	1.320	1.334	1.220	1.183	1.191	1.209	3.683	2.323	14.24	2.499	2.246

[0145]

100 小时	纵向	1.261	1.337	1.351	1.236	1.198	1.174	1.224	3.730	2.353	14.43	1.121	1.030
	横向	1.356	1.438	1.452	1.329	1.288	1.285	1.317	4.011	2.530	15.51	2.722	2.446
500 小时	纵向	1.371	1.454	1.469	1.344	1.302	1.296	1.331	4.056	2.558	15.68	1.115	1.100
	横向	1.379	1.462	1.477	1.351	1.310	1.284	1.339	4.079	2.573	15.78	2.768	2.488
1000 小时	纵向	1.374	1.457	1.472	1.347	1.305	1.279	1.334	4.065	2.564	15.72	1.261	1.160
	横向	1.398	1.483	1.497	1.370	1.328	1.315	1.357	4.136	2.608	15.99	2.806	2.522
0 小时	纵向	0.364	0.394	0.397	0.357	0.346	0.344	0.353	1.077	0.679	4.164	0.731	0.657
	横向	0.351	0.379	0.383	0.344	0.333	0.332	0.341	1.038	0.655	4.015	0.341	0.311
1 小时	纵向	0.631	0.682	0.689	0.618	0.599	0.561	0.613	1.867	1.177	7.219	1.267	1.138
	横向	0.625	0.676	0.683	0.613	0.594	0.598	0.607	1.849	1.166	7.150	0.599	0.482
10 小时	纵向	0.845	0.914	0.923	0.828	0.803	0.805	0.820	2.500	1.577	9.667	1.696	1.524
	横向	0.862	0.932	0.941	0.845	0.819	0.803	0.837	2.550	1.608	9.861	0.810	0.690
100 小时	纵向	0.913	0.987	0.997	0.895	0.867	0.861	0.886	2.701	1.703	10.44	1.833	1.647
	横向	0.921	0.996	1.006	0.903	0.875	0.861	0.894	2.725	1.718	10.54	0.864	0.800
500 小时	纵向	0.931	1.006	1.017	0.912	0.884	0.880	0.904	2.754	1.737	10.65	1.869	1.680
	横向	0.924	0.999	1.009	0.906	0.878	0.873	0.897	2.733	1.724	10.57	0.871	0.860
1000 小时	纵向	0.935	1.011	1.021	0.916	0.888	0.890	0.908	2.766	1.745	10.70	1.877	1.687
	横向	0.941	1.017	1.028	0.922	0.894	0.900	0.914	2.784	1.756	10.76	0.899	0.860

应力
=30
MPa,
温度
=90
℃,
相对湿度
=50
%

[0146] 从上述实施例1和对比例1的测试结果可知,所述四针状氧化锌晶须用偶联剂对其进行表面处理(表面改性)后,得到的表面改性四针状氧化锌晶须与聚酰胺树脂具有更好的界面强度,材料的冲击韧性和拉伸强度均有很大提高,同时材料的抗蠕变性能也有提高。

[0147] 从上述实施例2和对比例2的测试结果,可以发现,所述四针状氧化锌晶须的加入,极大的提高了材料力学性能、抗菌性能和抗蠕变性能。

[0148] 比较上述的实施例5和对比例3的测试结果,可以发现,所述四针状氧化锌晶须增强聚酰胺的力学性能和同等份数的玻璃纤维增强聚酰胺的物性相当,但所述四针状氧化锌晶须增强的聚酰胺复合材料具有优异的抗菌性能。同时,由于其四针状结构横向、纵向抗蠕变性能均优良,因此,本发明实施例5提供的聚酰胺复合材料在不同温度、不同湿度、不同外力下均具有很好的抗蠕变性能,而对比例3采用玻璃纤维得到的聚酰胺复合材料,仅在纵向方向和氧化锌晶须的抗蠕变性能接近,横向方向明显低很多。

[0149] 比较上述实施例7和对比例4的测试结果,可以发现,采用40份四针状氧化锌晶须增强聚酰胺复合材料,其纵向抗蠕变性能较采用40份玻璃纤维增强聚酰胺复合材料的纵向抗蠕变反而偏低,这主要是由于氧化锌晶须的添加量过大,在加工过程中四针状结构被破坏了,导致材料的抗蠕变性能偏低。

[0150] 从实施例1-8和对比例测试结果可知,四针状氧化锌的加入能极大的提高材料的抗菌性能和抗霉性能,而且随着四针状氧化锌晶须的添加量增大,抗菌和抗霉性能随之提

高,这主要是由于四针状氧化锌晶须本身作为抗菌剂。但是添加量超过30份后,抗菌性能提升不大;

[0151] 所述聚酰胺复合材料的冲击韧性和拉伸强度均随四针状氧化锌晶须的添加量提高而提高。但是当添加量到30份时,冲击和拉伸达到最大值,再提高四针状氧化锌晶须的添加量时,材料的物性反而开始下降,这主要是氧化锌晶须的添加量到30份时,已经达到饱和,如果继续提高氧化锌晶须时,氧化锌晶须过多,导致加工过程中材料熔体强度过大,这使得氧化锌晶须针状结构容易被破坏,使得四根针容易断裂;

[0152] 提高前6区的加工温度能使材料熔融塑化更充分,同时降低熔体强度,能较好的保护四针状氧化锌晶须在加工过程中针状结构不被破坏。

[0153] 本发明所述聚酰胺复合材料具有优良的力学性能、抗蠕变性能、抗菌性能、耐热性能、耐磨损性能等,能满足齿轮、医疗器械、公共设施、汽车部件、电动工具、运动器材等方面的要求。

[0154] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。