(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113211743 A
(43)申请公布日 2021.08.06

(21)申请号 202110456583.9

(22)申请日 2021.04.27

(71)申请人 华南理工大学
地址 510640 广东省广州市天河区五山路381号

(72)发明人 吴婷 瞿金平

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245
代理人 梁睦宇

(51)Int.Cl.
*B29C 45/47*(2006.01)
*B29C 45/60*(2006.01)

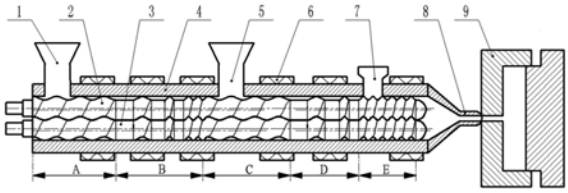
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

系列爆破协同共混的纤维增强塑料制件挤注压缩成型方法

(57)摘要

本发明公开了一种系列爆破协同共混的纤维增强塑料制件挤注压缩成型方法，主要包括系列爆破共混、挤注充模和压缩填充这三个过程。其中在系列爆破共混过程中使聚合物基体与纤维在混合混炼的过程中被周期性地压缩-释放，压力的累积与释放引发一系列爆炸效应以强化混合混炼效果并令纤维沿着流动方向取向，促使纤维充分均匀分散的同时极大减小共混过程中纤维的断裂程度；同时在挤注充模的过程实现系列爆破协同共混与挤注充模同步进行，以大大缩短了纤维增强体系的注射成型周期和热机械历程，有利于实现纤维增强体系的低损加工。




CN 113211743 A

1.系列爆破协同共混的纤维增强塑料制件挤注压缩成型方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、系列爆破共混:自第一喂料口加入的聚合物基体逐步熔融塑化后与从第二喂料口加入的纤维混合混炼,且熔融塑化后的聚合物基体与纤维在混合混炼的过程中被周期性地压缩-释放,引发一系列爆炸效应以强化混合混炼效果,实现系列爆破协同共混过程;

S2、挤注充模:熔融塑化后的聚合物基体与纤维混合混炼后形成纤维增强体系熔体,此纤维增强体系熔体在脉动压力作用下以一定速度挤注到半闭合的模具型腔,令系列爆破协同共混过程与挤注充模过程同步进行;

S3:压缩填充:进入到模具型腔中的纤维增强体系熔体在动模板的压缩作用下逐步压缩填充模具型腔,待冷却定型后再开模得到制品。

2.根据权利要求1所述的系列爆破协同共混的纤维增强塑料制件挤注压缩成型方法,其特征在于:在步骤S1中,聚合物基体在同向或异向旋转双轴偏心转子的体积压缩-释放形变交替作用和外加热温度场的共同作用下逐步熔融塑化。

3.根据权利要求1所述的系列爆破协同共混的纤维增强塑料制件挤注压缩成型方法,其特征在于:步骤S2中,纤维增强体系熔体在脉动压力作用下挤注到半闭合的模具型腔的速度为20-200$cm^3/s$。

4.根据权利要求1所述的系列爆破协同共混的纤维增强塑料制件挤注压缩成型方法,其特征在于:所述聚合物基体为PP、PA、ABS、PLA、PC、PMMA、PS、PET和PEEK中的一种或几种。

5.根据权利要求1所述的系列爆破协同共混的纤维增强塑料制件挤注压缩成型方法,其特征在于:所述纤维为玻纤纤维、碳纤维、植物纤维和芳纶纤维中一种或几种。

6.根据权利要求1所述的系列爆破协同共混的纤维增强塑料制件挤注压缩成型方法,其特征在于:在步骤S1和S2中,进行系列爆破协同共混过程和挤注充模过程所采用的设备为双轴偏心转子挤出机、单轴偏心转子挤出、三轴偏心转子挤出机和叶片挤出机中的任意一种。

# 系列爆破协同共混的纤维增强塑料制件挤注压缩成型方法

## 技术领域

[0001] 本发明涉及注塑成型加工技术，具体涉及一种系列爆破协同共混的纤维增强塑料制件挤注压缩成型方法。

## 背景技术

[0002] 近年来，国内纤维增强热塑性复合材料发展迅速，在复合材料制品总量中的比例保持逐年稳定增长趋势，被广泛应用于航空航天、汽车制造和电子电器等高科技领域，并成为当今新材料领域的研究热点和发展方向之一。注塑成型是生产纤维增强塑料制件最重要的成型方法，据统计，至少有50％(质量分数)的纤维增强塑料制件是通过注塑成型的。通过“一步法”或“两步法”成型工艺将聚合物基体和适量的纤维进行熔融共混后注射成型所需形状的制件，具有自动化程度高、成型周期短、可成型形状复杂的制件等优点。

[0003] 但是，纤维增强塑料制件的注塑成型存在如下加工技术难点：(1)纤维与聚合物基体界面相容性差，纤维解缠结和均匀分散难度大；(2)传统注塑成型热机械历程长，纤维折损断裂严重，增强效果受限；(3)在提高纤维分散均匀性与减少纤维断裂之间难以兼顾。对注塑成型的纤维增强塑料制件而言，纤维分散效果和长度分布是决定制件服役性能的重要因素，制件内部纤维均匀分散并保持一定的长度而形成骨架结构是制件具有优良力学性能的关键。然而，在传统螺杆式塑化输运设备的强剪切作用下纤维的分散效果与其保留长度之间有着难以调和的矛盾。因此，在纤维增强塑料制件注塑成型加工过程中强化混合分散效果、提高纤维保留长度并平衡好两者之间的矛盾关系一直是纤维增强塑料制件注塑成型加工领域的重点发展趋势，同时也是纤维增强塑料制件在轻量化领域取得突破性进展的基本科学问题。

[0004] 由此可见，针对现有纤维增强塑料制件注塑成型存在的不足，开发一种混合分散效果好、纤维折损断裂少、加工成型效率高的纤维增强塑料制件注塑成型新方法对推动纤维增强塑料制件成型加工领域基础理论研究的发展具有重要意义。

## 发明内容

[0005] 本发明的目的是为了克服以上现有技术存在的不足，提供了一种系列爆破协同共混的纤维增强塑料制件挤注压缩成型方法。此系列爆破协同共混的纤维增强塑料制件挤注压缩成型方法具有混合分散效果好、纤维折损断裂少和加工成型效率高等优点。

[0006] 本发明的目的通过以下的技术方案实现：本系列爆破协同共混的纤维增强塑料制件挤注压缩成型方法，包括以下步骤：

[0007] S1、系列爆破共混：自第一喂料口加入的聚合物基体逐步熔融塑化后与从第二喂料口加入的纤维混合混炼，且熔融塑化后的聚合物基体与纤维在混合混炼的过程中被周期性地压缩-释放，引发一系列爆炸效应以强化混合混炼效果，实现系列爆破协同共混过程；

[0008] S2、挤注充模：熔融塑化后的聚合物基体与纤维混合混炼后形成纤维增强体系熔体，此纤维增强体系熔体在脉动压力作用下以一定速度挤注到半闭合的模具型腔，令系列

爆破协同共混过程与挤注充模过程同步进行；

[0009] S3：压缩填充：进入到模具型腔中的纤维增强体系熔体在动模板的压缩作用下逐步压缩填充模具型腔，待冷却定型后再开模得到制品。

[0010] 优选的，在步骤S1中，聚合物基体在同向或异向旋转双轴偏心转子的体积压缩-释放形变交替作用和外加热温度场的共同作用下逐步熔融塑化。

[0011] 优选的，步骤S2中，纤维增强体系熔体在脉动压力作用下挤注到半闭合的模具型腔的速度为20-200$cm^3/s$。

[0012] 优选的，所述聚合物基体为PP、PA、ABS、PLA、PC、PMMA、PS、PET和PEEK中的一种或几种。

[0013] 优选的，所述纤维为玻纤纤维、碳纤维、植物纤维和芳纶纤维中一种或几种。

[0014] 优选的，在步骤S1和S2中，进行系列爆破协同共混过程和挤注充模过程所采用的设备为双轴偏心转子挤出机、单轴偏心转子挤出、三轴偏心转子挤出机和叶片挤出机中的任意一种。

[0015] 本发明相对于现有技术具有如下的优点：

[0016] 1、本发明通过体积压缩和释放形变交替作用引发容腔内压力累积与释放的交替发生，在聚合物基体与纤维形成的混合物产生系列爆破效应，快速打破纤维缠结体，强化了纤维增强体系的混合分散效果。此外，纤维增强体系在周期性压缩和释放过程中主要承受体积拉伸形变作用，纤维沿着流动方向取向，极大减小了共混过程中纤维的断裂程度。

[0017] 2、本挤注充模过程中模具型腔未完全闭合，即模具型腔处于半闭合状态时进行挤注充模，这有效降低了注射充模压力，从而减少了传统注射充模过程中物料高速高压流经喷嘴和模具流道所引起的纤维断裂；压缩填充过程降低了传统注射充模过程中纤维与模腔的摩擦和碰撞，进一步保障纤维的保留长度。

[0018] 3、本发明将聚合物基体与纤维在熔融共混的同时前端的纤维增强体系熔体快速、定量地同步注入到模具型腔中，实现塑化共混与注射充模的同步进行，大大缩短了纤维增强体系的注射成型周期和热机械历程，有利于实现纤维增强体系的低损加工。

## 附图说明

[0019] 图1是本发明的系列爆破协同共混的纤维增强塑料制件挤注压缩成型方法的原理结构图。

[0020] 图2是本发明的系列爆破协同共混过程纤维分散与取向的原理示意图。

[0021] 其中，1为第一进料口，2为偏心转子Ⅰ，3为偏心转子Ⅱ，4为定子，5为第二进料口，6为加热器，7为排气口，8为自锁喷嘴，9为压缩模具，A为聚合物进料段，B为熔融塑化段，C为纤维进料段，D为混合分散段，E为均化计量段。

## 具体实施方式

[0022] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0023] 本实施例中在系列爆破协同共混与挤注充模过程采用的设备为双轴偏心转子挤出机，如图1所示，此双轴偏心转子挤出机主要由第一进料口、第二进料口、2个偏心转子、定子、加热器、排气口和自锁喷嘴构成，其中第一进料口、第二进料口和排气口均与定子的内

腔连通，且第一进料口、第二进料口和排气口沿物料行进方向依次分布；加热器安装于定子的外壁，2个偏心转子平行设置于定子的内腔，自锁喷嘴安装于定子的出口，且自锁喷嘴与压缩模具连接。而定子的内腔沿物料行进方向依次设置为聚合物进料段、熔融塑化段、纤维进料段、混合分散段和均化计量段，其中第一进料口、第二进料口和排气口分别位于聚合物进料段、纤维进料段和均化计量段。为保证完成纤维增强热塑性复合材料的熔体均化、排气和计量，均化计量段采用定螺距的偏心螺旋结构。而纤维进料段中的偏心转子根据纤维原始长度选用不同螺距的螺旋结构。如当纤维为短纤维时，纤维进料段采用弱剪切的大螺距偏心螺旋结构，以减小进料段的纤维剪切断裂；当纤维为连续长纤维时，纤维进料段采用螺纹结构，以便将长纤维束切断并分散于聚合物熔体中。其中，短纤维是指长度在几毫米至几十毫米的纤维，连续长纤维是指长度大于短纤维，长度可达数米到上千米的连续纤维。大螺距偏心螺旋结构是指螺距大于40mm的偏心螺旋结构。

[0024] 本实施例中的聚合物基体为尼龙6，而纤维为短玻纤，以加工制成短玻纤增强尼龙6复合材料。

[0025] 系列爆破协同共混的纤维增强塑料制件挤注压缩成型方法，包括以下步骤：

[0026] S1、系列爆破共混：将尼龙6、抗氧剂和润滑及成核剂混合均匀从第一喂料口加入到定子聚合物进料段；在2个偏心转子异向旋转形成的体积压缩-释放形变交替作用及加热器形成外加热温度场的共同作用下，尼龙6在熔融塑化段逐步快速熔融塑化，并与从第二喂料口加入的短玻纤混合混炼，混合分散段的小体积压缩单元与大体积释放单元交替设置、偏心螺旋结构与偏心圆柱结构交替设置，从而强化混合分散段的系列爆破效应，提高短玻纤解缠结和混合分散效果；即双轴偏心转子挤出机小体积压缩单元与大体积释放单元交替设置，使短玻纤增强尼龙6体系塑化共混过程中熔体体积沿着输送方向相邻压缩与释放单元间大幅度地被压缩与释放，同时也在单个塑化输运单元内被压缩与释放，体积大幅度压缩释放产生的压力差引发了系列爆炸效应，压缩的短玻纤增强尼龙6体系在体积释放时体系本身的能量迅速转化为对内部玻纤缠结体做机械功，打散玻纤缠结体；随后的体积压缩过程中，分散的玻纤束在拉伸作用下受迫沿流动方向取向，从而减少玻纤-玻纤之间的相互碰撞、玻纤-壁面之间的相互摩擦和玻纤-聚合物基体之间的黏性剪切应力，进而减小玻纤的断裂程度，如图2所示。如此周期性地压缩-释放过程所引发的一系列爆炸效应可强化共混过程中的混合分散效果并最大限度地保留玻纤长度。

[0027] S2、挤注充模：基于双轴偏心转子挤出机的正位移输送特性，熔融塑化后的尼龙6与短玻纤混合混炼后形成短玻纤增强尼龙体系熔体，此短玻纤增强尼龙体系熔体在双轴偏心转子旋转所产生的脉动压力作用下以60$cm^3$/s的注射速度挤注到半闭合的模具型腔，实现系列爆破协同共混过程与挤注充模过程的同步进行；

[0028] S3：压缩填充：进入到模具型腔中的纤维增强体系熔体在动模板的压缩作用下逐步压缩填充模具型腔，待冷却定型后再开模得到制品，从而实现短玻纤增强尼龙体系在系列爆破协同共混下的挤注压缩成型全过程。

[0029] 上述具体实施方式为本发明的优选实施例，并不能对本发明进行限定，其他的任何未背离本发明的技术方案而所做的改变或其它等效的置换方式，都包含在本发明的保护范围之内。

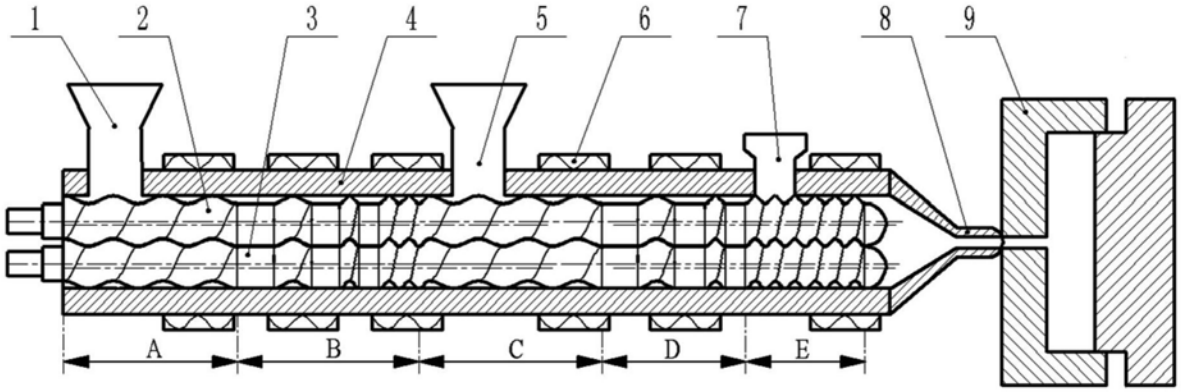

1
2
3
4
5
6
7
8
9
A
B
C
D
E

图1

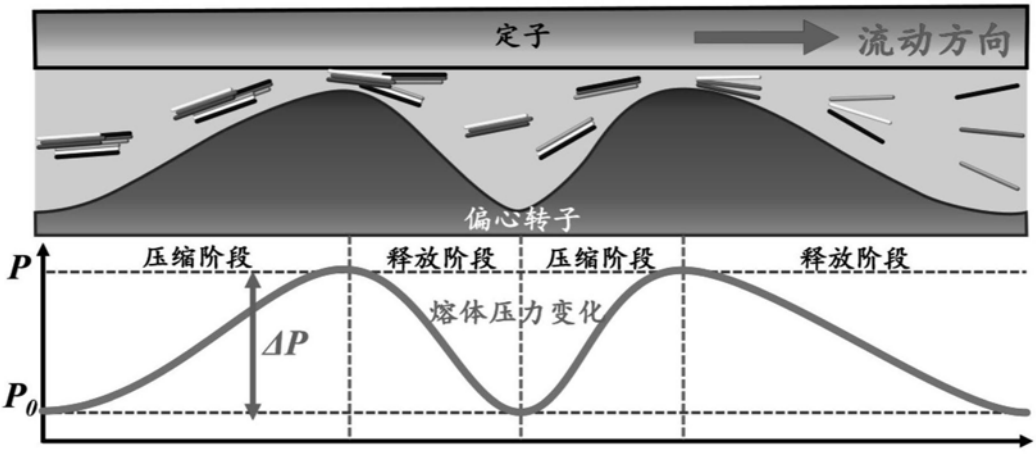

定子
流动方向
偏心转子
P
压缩阶段
释放阶段
压缩阶段
释放阶段
熔体压力变化
ΔP
P0

图2