



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102744892 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 31

(21) 申请号 201210204150. 5

(22) 申请日 2012. 06. 15

(73) 专利权人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街 5 号

专利权人 佐治亚理工学院

(72) 发明人 陈晋南 姚冬刚 王建 王幼江
代攀

(74) 专利代理机构 北京理工大学专利中心
11120

代理人 杨志兵 张利萍

(51) Int. Cl.

B29C 70/52 (2006. 01)

B29C 70/54 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102145514 A, 2011. 08. 10, 说明书第

[0015]—[0017] 段, 附图 1.

CN 202623312 U, 2012. 12. 26, 权利要求
1-4, 7.

CN 102363363 A, 2012. 02. 29, 全文.

CN 202088322 U, 2011. 12. 28, 全文.

JP 2009045804 A, 2009. 03. 05, 全文.

KR 20110026636 A, 2011. 03. 16, 全文.

WO 2004056551 A1, 2004. 07. 08, 全文.

WO 2011031040 A2, 2011. 03. 17, 全文.

审查员 邓生富

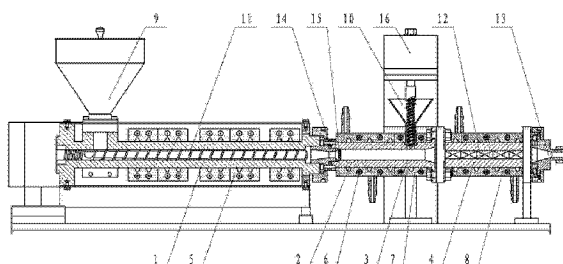
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种单聚合物复合材料制品挤出成型方法和
挤出成型设备

(57) 摘要

本发明涉及一种单聚合物复合材料制品挤出成型方法和挤出成型设备,属于聚合物复合材料成型加工技术领域。所述挤出成型方法是将熔融状态基体在挤出压力下向前输送并冷却为准熔融状态,再将增强材料加入准熔融状态基体中混合并向前输送,在挤出压力下挤出成型得到单聚合物复合材料制品;所述方法成型周期短、制品尺寸大且可连续化批量生产。所述挤出成型设备主机的挤压系统主要由螺杆、机筒和料斗组成,所述机筒分为固定连接的机筒 I ~ IV,机筒外壁或/和壁中设有加热冷却系统,机筒 I 上设有基体加料料斗,内部设有螺杆,机筒 III 上设有增强材料加料料斗,机筒 IV 内部设有混合元件;所述设备结构简单、操作容易,可挤出成型得到单聚合物复合材料制品。



1. 一种单聚合物复合材料制品挤出成型设备,所述挤出成型设备由主机和辅机组成,主机主要由挤压系统、传动系统、加热冷却系统和控制系统组成,挤压系统主要由螺杆(11)、机筒和料斗组成,其特征在于:所述机筒分为四部分,分别为机筒 I (1)、机筒 II (2)、机筒 III (3) 和机筒 IV (4),所述机筒 I (1)、机筒 II (2)、机筒 III (3) 和机筒 IV (4) 依次固定连接,机筒 I (1)、机筒 II (2)、机筒 III (3) 和机筒 IV (4) 的壁中或者外壁和壁中分别相应设有加热冷却系统 I (5)、加热冷却系统 II (6)、加热冷却系统 III (7) 和加热冷却系统 IV (8),机筒 I (1) 上设有基体加料料斗(9),内部设有螺杆(11),机筒 III (3) 上设有增强材料加料料斗(10),增强材料加料料斗(10) 采用电机(16) 驱动自动加料,增强材料加料料斗(10) 外设置预热装置;机筒 IV (4) 内部设有混合元件(12);在机筒 I (1) 与机筒 II (2) 连接处设置绝热板(14);在机筒 I (1) 与机筒 II (2) 连接处内部设置分流板(15);

加热冷却系统 I (5)、加热冷却系统 II (6)、加热冷却系统 III (7) 或 / 和加热冷却系统 IV (8) 为水冷和电加热组合控制,在机筒外壁或 / 和壁中设置冷却流道和加热器;

所述混合元件(12) 为动态混合器或混炼元件。

2. 一种单聚合物复合材料制品挤出成型方法,所述挤出成型方法在如权利要求 1 所述的一种单聚合物复合材料制品挤出成型设备上,其特征在于:

具体步骤如下:

1) 通过基体加料料斗(9) 将固态基体加入到机筒 I (1) 中,基体经加热冷却系统 I (5) 和螺杆(11) 作用达到熔融状态,同时在螺杆(11) 挤出压力作用下连续向前输送至机筒 II (2);

2) 机筒 II (2) 中,熔融状态的基体经加热冷却系统 II (6) 冷却至准熔融状态,同时在挤出压力作用下继续向前输送至机筒 III (3);

3) 将增强材料通过增强材料加料料斗(10) 加入机筒 III (3) 中,同准熔融状态的基体一起经加热冷却系统 III (7) 保持基体准熔融温度,同时在挤出压力作用下继续向前输送至机筒 IV (4);增强材料加入基体前先进行预热,预热温度 $\leq$ 增强材料的准熔融温度;

4) 机筒 IV (4) 中,增强材料和准熔融状态基体经加热冷却系统 IV (8) 保持准基体熔融温度,同时经混合元件(12) 充分混合并在挤出压力作用下进入机头(13),挤出成型得到一种单聚合物复合材料制品;

其中,所述基体和增强材料为同种聚合物;

步骤 1) 中的加热冷却系统 I (5) 设定的温度高于基体的熔点;

步骤 2) 中的加热冷却系统 II (6) 设定的温度冷却速度 $>$ 基体结晶温度对应的冷却速度;

步骤 3) 中的加热冷却系统 III (7) 和步骤 4) 中加热冷却系统 IV (8) 设定的温度均 $>$ 基体结晶温度并且 $<$ 增强材料熔点。

一种单聚合物复合材料制品挤出成型方法和挤出成型设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种单聚合物复合材料制品挤出成型方法和挤出成型设备,属于聚合物复合材料成型加工技术领域。

背景技术

[0002] 随着材料工业的飞速发展,单一材料的产品远远不能满足各个领域的应用,复合材料的诞生大大弥补了单一材料在物理性能、化学性能等方面的不足。复合材料的定义为:有两个或两个以上独立的物理相,包括黏结材料(基体)和粒料、纤维或片状材料所组成的一种固体产物;是一种由两种或两种以上不同性质的材料,通过物理或化学的方法,在宏观上组成的具有新性能的材料。复合材料的最大特点是复合后的材料特性优于组成该复合材料的各个单一材料的特性。复合材料的组成分为两大部分:基体与增强材料。基体是指构成复合材料连续相的单一材料。增强材料是指复合材料中不构成连续相的材料。复合材料是新材料领域的重要组成部分,已成为新材料领域的重要主导材料。

[0003] 纤维增强复合材料属于复合材料中的一种,该材料利用纤维增强材料的高比强度和比模量来承担载荷作用。传统纤维增强复合材料的基体选用的材料主要有合成树脂、橡胶、陶瓷、石墨和碳等,增强材料选用的材料主要有玻璃纤维、碳纤维、硼纤维、芳纶纤维、碳化硅纤维、石棉纤维、晶须和硬质细粒等。由于基体和增强材料所使用材料的不同,严重限制了传统纤维增强复合材料的回收再利用,导致了废弃物的增加。随着自然资源的日益枯竭和环境的严重污染,全球能源回收和再利用意识不断提高,新型复合材料的设计必须考虑回收再利用的问题。

[0004] 此外,复合材料的基体和增强材料的粘接性直接影响基体与增强材料的微观状态和界面性能,界面性能又影响应力传递,必将影响复合材料的宏观力学性质。基体和增强材料的界面粘结强度对复合材料的机械性能起着决定性作用。由于传统纤维增强复合材料的基体和增强材料是不同的物质,两者之间必定存在界面,基体本身缺乏可反应的活性官能团,很难与增强材料发生良好化学键结合,当承受大的应变时,界面就会发生剥离现象。如何获得坚固、稳定的界面是复合材料的经典问题。因此,研究力学和界面性能良好、回收利用率高的复合材料成为复合材料发展的迫切需求。

[0005] 单聚合物复合材料是一种基体和增强材料为同种聚合物的复合材料。把两种化学组分相同,物理性质不同的材料复合在一起成型后得到的单聚合物复合材料的界面结合强度得到提高。单聚合物复合材料因其基体与增强材料之间具有较好的界面粘结性,基体和增强材料所使用材料为同种聚合物有利于材料回收再利用,成为复合材料研究的热点。

[0006] 目前,制备单聚合物复合材料制品的方法主要为热压法,包括纤维热压法、溶液浸渍热压法、夹层热压法以及纤维缠绕热压法等。虽然单聚合物复合材料制备的研究对象已涉及到聚烃类、聚酯类等多种材料,但尚停留在实验室阶段;热压法是单聚合物复合材料的主要加工方法,基体与增强材料的结合主要通过加压实现,存在成型周期长、产品尺寸小和不能连续化批量生产等缺点。因此,需要一种可以实现连续、高效地规模化生产大尺寸的单

聚合物复合材料制品的方法。

[0007] 挤出成型是聚合物材料加工领域中用途十分广泛的成型方法。据统计,在聚合物制品成型工业中,采用挤出成型方法生产的制品的总量约占所有聚合物制品总量的 50% 以上。相对于其它聚合物制品成型方法,挤出成型具有如下突出的特点:①生产过程连续:可成型任意长度的聚合物制品,生产过程可以实现全自动,生产效率很高;②适应性广:生产制品的种类较多,只需改变机头上的断面形状,便可制备聚合物管材、棒材、片材、板材、薄膜、电缆、单丝、中空制品及各种异型材;③应用范围大:可用于成型几乎全部热塑性聚合物材料及部分热固性聚合物材料;配有不同的成型辅机,不仅可用于成型各类制品,还可以用于聚合物材料的共混改性、造粒、脱挥、着色及反应性加工等;④生产操作简单:工艺控制容易,产品质量较为稳定;⑤设备成本低:投资少、见效快,主机可以多用途使用。

[0008] 挤出成型离不开使用挤出成型机(即主机),因此,挤出成型机是聚合物加工业中最为重要的加工装备之一。

[0009] 一套完整的挤出成型设备应由主机和成型不同制品所配套的辅助机械(简称辅机)所组成。通常将这些组成部分统称为挤出机组。挤出机组各部分的构成和功能可以概述如下:

[0010] (1) 主机

[0011] 聚合物制品挤出成型机组的主要设备是主机。主机主要包括挤压系统、传动系统、加热冷却系统和控制系统四个部分:①挤压系统:主要由螺杆、机筒和料斗所组成。挤压系统是主机的核心部分,其作用是使聚合物材料塑化成均匀的熔体,同时建立起熔体压力,在螺杆推动下连续、定压、定温和定量地将熔体挤出机头。②传动系统:由电机、减速机和调整装置所组成。作用是给螺杆提供所需的扭矩和转速。③加热冷却系统:由温度控制元件(加热器和鼓风机等)组成。作用是按设定条件对机筒(或螺杆)进行加热或冷却,保证聚合物材料能在挤出工艺要求的温度范围内进行挤出。④控制系统:主要由电器元件、仪表和执行机构组成。作用是调节控制螺杆转速、机筒(或螺杆)温度以及机头压力等。

[0012] (2) 辅机

[0013] 成型聚合物制品,除应具有主机外,还必须配备相应的辅机才能实现。辅机的组成是根据成型不同类型的制品的需要来配备的。通常,挤出成型的配套辅机包括 6 个部分:机头、定型装置、冷却装置、牵引装置、切割装置、卷取(或堆放)装置。各装置的作用如下:①机头:赋予制品所需的形状,即使熔融的聚合物材料经机头获得制品所需的几何截面和尺寸。②定型装置:稳定从机头挤出的制品的形状,并对其进行精整,从而得到尺寸更为精确的截面形状及更为光亮的制品表面。定型过程通常是采用冷却和加压的方法来实现。③冷却装置:对经定型后的制品实施进一步的冷却,以获得最终制品的形状和尺寸。④牵引装置:均匀地牵引制品,并对制品的截面尺寸进行拉伸控制,使挤出过程平稳地进行。调节牵引速度,还可调节制品截面尺寸及性能。⑤切割装置:将连续挤出的硬制品按要求的长度及宽度进行裁切。⑥卷取(或堆放)装置:将连续挤出的软制品(薄膜、软管或单丝等)卷绕成卷(或对硬制品进行堆放)。

[0014] 目前对于单聚合物复合材料制品的挤出成型加工设备及方法,国内外还未见报道。

发明内容

[0015] 针对现有单聚合物复合材料制品的制备方法存在成型周期长、产品尺寸小和不能连续化批量生产的缺陷,本发明的目的之一在于提供一种单聚合物复合材料制品的挤出成型方法,所述方法具备成型周期短、制备得到的制品尺寸大、可连续化批量生产、生产效率高、使用设备结构较简单以及操作比较容易等优点。

[0016] 本发明的目的之二在于提供一种单聚合物复合材料制品的挤出成型设备。所述挤出成型设备结构简单、操作容易,通过所述挤出成型设备可以使单聚合物复合材料制品通过挤出成型的加工方法制备得到。

[0017] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的。

[0018] 一种单聚合物复合材料制品挤出成型方法,具体步骤如下:

[0019] 将固体状的基体加入挤出成型设备中,使基体达到熔融温度,并在挤出压力作用下使熔融状态基体连续向前输送;同时将熔融状态基体冷却得到准熔融状态基体,所述准熔融状态基体在挤出压力作用下继续向前输送;将增强材料加入准熔融状态的基体中混合并向前输送,在挤出压力作用下从挤出成型设备中挤出,得到本发明所述的一种单聚合物复合材料制品。

[0020] 其中,所述基体和增强材料为同种聚合物;优选将增强材料进行预热后再加入基体,预热温度 $\leq$ 增强材料的准熔融温度。

[0021] 一种单聚合物复合材料制品挤出成型设备,所述挤出成型设备由主机和辅机组成,主机主要由挤压系统、传动系统、加热冷却系统和控制系统组成,挤压系统主要由螺杆、机筒和料斗组成,特征在于所述机筒分为四部分,分别为机筒 I、机筒 II、机筒 III 和机筒 IV,所述机筒 I、机筒 II、机筒 III 和机筒 IV 依次固定连接,机筒 I、机筒 II、机筒 III 和机筒 IV 的外壁或/和壁中分别相应设有加热冷却系统 I、加热冷却系统 II、加热冷却系统 III 和加热冷却系统 IV,机筒 I 上设有基体加料料斗,内部设有螺杆,机筒 III 上设有增强材料加料料斗,机筒 IV 内部设有混合元件。

[0022] 其中,加热冷却系统为本领域挤出成型设备中的常规加热冷却系统,可采用风冷和电加热组合控制或水冷和电加热组合控制,在机筒外壁或/和壁中设置冷却流道和加热器;优选在机筒 I 与机筒 II 连接处设置绝热板,在机筒 I 与机筒 II 连接处内部设置分流板。

[0023] 优选增强材料加料料斗采用电机驱动自动加料,控制加料量,优选在增强材料加料料斗外设置预热装置。

[0024] 所述混合元件采用静态混合器、动态混合器或本领域挤出成型设备中的常规混炼元件;

[0025] 机头为本领域常规挤出成型设备机头,可根据需要制备的的单聚合物复合材料制品种类进行设计,改变机头上的断面形状即可得到如管材、棒材、片材、板材、薄膜、电缆、单丝、中空制品及各种异型材。

[0026] 使用本发明所述单聚合物复合材料制品挤出成型设备的挤出成型方法如下:

[0027] 1) 通过基体加料料斗将固态基体加入到机筒 I 中,基体经加热冷却系统 I 和螺杆作用达到熔融状态,同时在螺杆挤出压力作用下连续向前输送至机筒 II;

[0028] 2) 机筒 II 中,熔融状态的基体经加热冷却系统 II 冷却至准熔融状态,同时在挤出压力作用下继续向前输送至机筒 III;

[0029] 3) 将增强材料通过增强材料加料料斗加入机筒III中,同准熔融状态的基体一起经加热冷却系统III保持基体准熔融温度,同时在挤出压力作用下继续向前输送至机筒IV;

[0030] 4) 机筒IV中,增强材料和准熔融状态基体经加热冷却系统IV保持准基体熔融温度,同时经混合元件充分混合并在挤出压力作用下进入机头,挤出成型得到一种单聚合物复合材料制品。

[0031] 其中,所述基体和增强材料为同种聚合物。

[0032] 所述步骤1)中的加热冷却系统I设定的温度高于基体的熔点,优选设定温度高于基体熔点 20 ~ 50℃。

[0033] 步骤2)中的加热冷却系统II设定的温度冷却速度>基体结晶温度对应的冷却速度,为抑制基体从熔融状态到准熔融状态转变过程中发生结晶,在保证温度控制精度的基础上冷却速度越快越好。

[0034] 步骤3)中优选增强材料加入基体前先进行预热,预热温度应≤增强材料的准熔融温度;

[0035] 步骤3)中的加热冷却系统III和步骤4)中加热冷却系统IV设定的温度均>基体结晶温度并且<增强材料熔点。

[0036] 有益效果

[0037] 1. 本发明提供一种单聚合物复合材料制品挤出成型方法,利用单聚合物复合材料的基体和增强材料属于同种聚合物材料,当增强材料和准熔融状态基体混合时,增强材料不会发生熔融而保持增强作用特点,将增强材料和准熔融状态基体混合均匀后通过挤出成型方法制备,可连续生产出具有良好的界面粘结性能和优越的回收再利用性能的单聚合物复合材料制品;

[0038] 2. 本发明提供一种单聚合物复合材料制品挤出成型方法,所述方法具备成型周期短、制备得到的制品尺寸大、可连续化批量生产、生产效率高、使用设备结构较简单以及操作比较容易等优点;

[0039] 3. 本发明提供的一种单聚合物复合材料制品挤出成型方法,制备得到的单聚合物复合材料应用领域广,可取代木材金属合金和玻纤复合材料,广泛应用于航空航天、船舶、汽车、通信电子、建材、医疗器械和健身器材等领域,可推动新材料技术和加工行业的发展;

[0040] 4. 本发明提供的一种单聚合物复合材料制品挤出成型方法中,步骤3)将增强材料先进行预热再加入基体,可使增强材料能够更好的同基体结合,避免在混合过程中由于增强材料同基体之间存在温度差而产生气泡,增强材料的预热温度应≤增强材料的准熔融温度,避免使增强材料发生桥接粘连或者破坏增强材料的基本形态;

[0041] 5. 本发明提供一种单聚合物复合材料制品挤出成型设备,所述设备结构较简单、操作比较容易;

[0042] 6. 本发明提供一种单聚合物复合材料制品挤出成型设备,所述设备中机筒I、螺杆和加热冷却系统I相当于基体塑化装置,用于塑化熔融基体;机筒II和加热冷却系统II相当于快速冷却装置,用于使塑化好的基体由熔融状态快速冷却转变为准熔融状态,并保证冷却过程中不会发生结晶而固化;机筒III和加热冷却系统III相当于准熔融装置,用于使基体保持准熔融状态,机筒IV、混合元件和加热冷却系统IV相当于混合装置,用于基体保持

熔融状态并与增强材料混合；

[0043] 7. 本发明提供一种单聚合物复合材料制品挤出成型设备,所述设备在机筒 I 与机筒 II 连接处设置绝热板,避免机筒 I 向机筒 II 传热,以便机筒 II 中基体的冷却；

[0044] 8. 本发明提供一种单聚合物复合材料制品挤出成型设备,所述设备在机筒 I 与机筒 II 连接处内部设置分流板,可使机筒 I 中螺杆将基体压实,产生的挤出压力增大,便于基体更均匀地向前输送。

附图说明

[0045] 图 1 是实施例 1 一种单聚合物复合材料制品挤出成型设备的剖面图。

[0046] 图中:1—机筒 I,2—机筒 II,3—机筒 III,4—机筒 IV,5—加热冷却系统 I,6—加热冷却系统 II,7—加热冷却系统 III,8—加热冷却系统 IV,9—基体加料料斗,10—增强材料加料料斗,11—螺杆,12—混合元件,13—机头,14—绝热板,15—分流板,16—电机。

具体实施方式

[0047] 下面结合附图对本发明的优选实施方式作进一步详细说明。

[0048] 实施例 1

[0049] 一种单聚合物复合材料制品挤出成型设备,所述挤出成型设备由主机和辅机组成,主机主要由挤压系统、传动系统、加热冷却系统和控制系统组成,挤压系统主要由螺杆 11、机筒和料斗组成。如图 1 所示,所述机筒分为四部分,分别为机筒 I 1、机筒 II 2、机筒 III 3 和机筒 IV 4,所述机筒 I 1、机筒 II 2、机筒 III 3 和机筒 IV 4 依次固定连接,机筒 I 1、机筒 II 2、机筒 III 3 和机筒 IV 4 的外壁和壁中分别相应设有加热冷却系统 I 5、加热冷却系统 II 6、加热冷却系统 III 7 和加热冷却系统 IV 8,机筒 I 1 上设有基体加料料斗 9,内部设有螺杆 11,机筒 III 3 上设有增强材料加料料斗 10,机筒 IV 4 内部设有混合元件 12,机筒 IV 4 与机头 13 固定连接。

[0050] 其中,所述加热冷却系统 I 5 采用风冷和电加热组合控制、加热冷却系统 II 6、加热冷却系统 III 7 和加热冷却系统 IV 8 均采用水冷和电加热组合控制,通过分别在机筒 II 2、机筒 III 3 和机筒 IV 4 外壁上设置电加热器,壁中设置冷却流道实现;在机筒 I 1 与机筒 II 2 连接处设置绝热板 14,机筒 I 1 与机筒 II 2 连接处内部设置分流板 15;增强材料加料料斗 10 采用电机 16 驱动自动加料,控制加料量;混合元件 12 为 SK 静态混合器。

[0051] 一种单聚合物复合材料制品挤出成型方法,所述方法使用的挤出成型设备为本实施例所提供的挤出成型设备,基体为聚丙烯粒料(美国 Philips Sumika Polypropylene 公司生产),增强材料为聚丙烯纤维(美国 Innegritty 公司生产),经差式扫描量热仪(Q200,美国 TA 公司生产)测试确定聚丙烯的熔点为 167℃,聚丙烯纤维的熔点为 152℃,聚丙烯的冷却速度与结晶温度关系如下:1℃/min 下的结晶温度为 135℃、10℃/min 下的结晶温度为 123℃、20℃/min 下的结晶温度为 121℃、30℃/min 下的结晶温度为 119℃,根据以上测试数据,设定加热冷却系统 I 5 的温度为 200℃,加热冷却系统 II 6 的冷却速度为 10℃/min,加热冷却系统 III 7 和加热冷却系统 IV 8 的温度为 140℃。

[0052] 具体步骤如下:

[0053] 1) 通过基体加料料斗 9 将固体颗粒形态的聚丙烯加入到机筒 I 1 中,聚丙烯一边

经加热冷却系统 I 5 和螺杆 11 作用达到熔融状态,一边在螺杆 11 挤出压力作用下连续向前输送至机筒 II 2;

[0054] 2)机筒 II 2 中,熔融状态的聚丙烯一边经加热冷却系统 II 6 冷却至准熔融状态,一边在挤出压力作用下继续向前输送至机筒 III 3;

[0055] 3)将聚丙烯纤维预热至 140℃后,通过增强材料加料料斗 10 加入机筒 III 3 中,同准熔融状态的聚丙烯一起一边经加热冷却系统 III 7 保持准聚丙烯熔融温度,一边在挤出压力作用下继续向前输送至机筒 IV 4;

[0056] 4)机筒 IV 4 中,聚丙烯纤维和准熔融状态的聚丙烯一边经加热冷却系统 IV 8 保持聚丙烯准熔融温度,一边经混合元件 12 充分混合,同时在挤出压力作用下进入机头 13,最终连续挤出成型得到一种厚 4mm,宽 20mm 的板状聚丙烯单聚合物复合材料制品。

[0057] 本发明包括但不限于以上实施例,凡是在本发明的精神和原则之下进行的任何等同替换或局部改进,都将视为在本发明的保护范围之内。

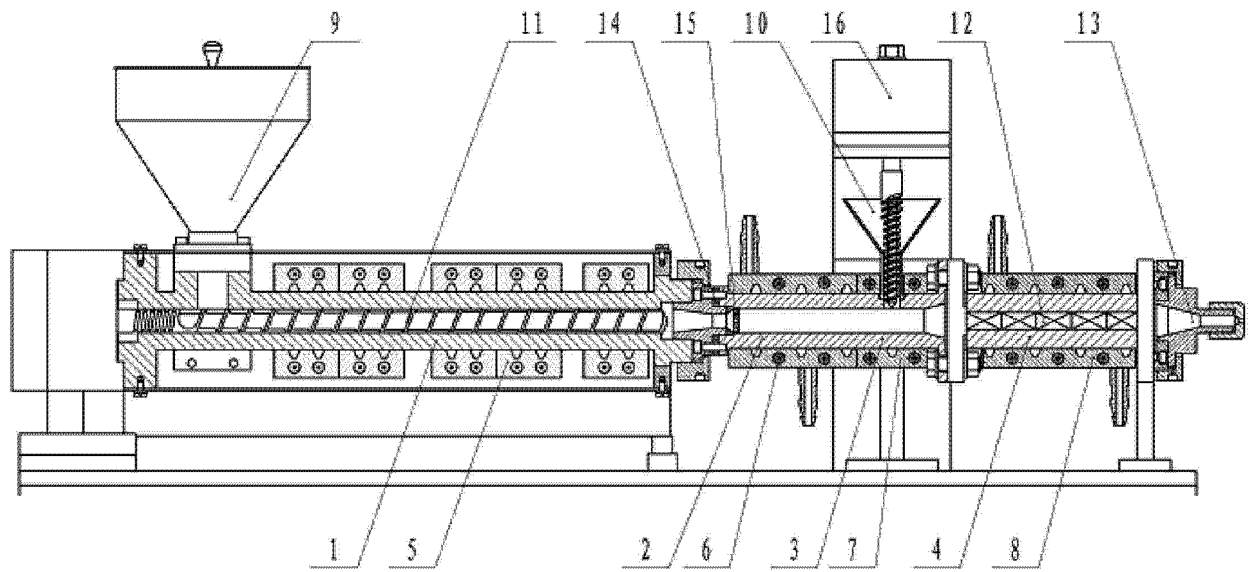


图 1