

木塑原材料摩擦系数的测定及其对挤出加工的影响

唐 跃 庞业良

(青岛科技大学机电工程学院, 青岛 266061)

摘要 测定了高密度聚乙烯(HDPE)、木粉及 HDPE/木粉混合物与钢板在 20℃ 下的摩擦系数,并测定了 HDPE/木粉混合物在不同温度下与钢板的摩擦系数,分析了摩擦系数对木塑复合材料挤出加工的影响,为深入开展木塑复合材料的挤出加工研究提供了实际可靠数据。

关键词 木塑复合材料 摩擦系数 挤出加工

利用塑料和木质纤维为主要原材料,经过一系列的加工使之结合成为一种新型木塑复合材料,既能替代天然木材解决森林破坏问题,又解决了废旧塑料无处消耗的环境问题^[1]。所以,开发研究木塑制品的成型加工过程具有重要的社会意义和经济意义。木塑复合材料大多通过挤出进行加工成型,其在挤出加工过程中与纯塑料挤出加工有着许多的不同,在机筒中由于摩擦作用不同,使得在喂料与挤出机固体输送段产生不同的输送、传热及混合效果。为了深入了解木塑复合材料挤出加工的重要性质,通过测定塑料、木粉及塑料/木粉混合物的摩擦系数,了解木塑原材料在挤出过程中的重要物理性能参数,可为木塑复合材料加工理论研究提供可靠数据^[2]。

在挤出过程中必须了解木粉与塑料的摩擦特性,才能够合理设计挤出机螺杆与机筒,合理制定工艺条件。特别是塑料/木粉混合物的摩擦性质人们尚不了解,一般需要通过挤出性能实验才能初步了解。在挤出机中进行实验,测定很不方便,且耗费多,还有其它因素影响其测定结果。为此,通过设计的摩擦系数测定仪,对塑料、木粉及塑料/木粉混合物的摩擦系数进行直接测定,并计算其摩擦系数,从而可掌握摩擦系数对挤出加工过程的影响^[3]。

1 实验部分

1.1 主要原材料

高密度聚乙烯(HDPE): 齐鲁石化股份有限公司;

木粉: 自制。

1.2 摩擦系数测试

将被测物料放置于钢板上,使钢板处于水平位置,让钢板逆时针转动抬起,测定仪记录物料下滑摩擦角,实验多次并记录每次的数据,然后对数据进行统计处理,得到滑动角,按式(1)换算成摩擦系数。

由此可以方便地测定物料与钢板之间的滑动摩擦系数,为挤出加工设计提供直接可靠的数据。

$$f = \tan \delta = \tan \left(\frac{\sum_{i=1}^n \delta_i}{n} \right) \quad (1)$$

式中: f ——滑动摩擦系数;

δ ——滑动角;

n ——实验次数;

δ_i ——第 i 次实验测定的滑动角。

2 结果与讨论

2.1 HDPE 与钢板的滑动摩擦系数

HDPE 颗粒沿钢板在 20℃ 下的滑动角如表 1 所示。其中,初始滑动角、90% 滑动角和 100% 滑动角分别为物料开始下滑、90% 物料已下滑(整体滑落),全部物料已下滑(全部滑落)时的角度。

表 1 HDPE 颗粒沿钢板在 20℃ 下的滑动角

次数	初始滑动角 / (°)	90% 滑动角 / (°)	100% 滑动角 / (°)
1	8	15	17
2	7	15	20
3	8	16	22

由表 1 可以看出,HDPE 颗粒沿钢板开始下滑时的滑动角基本没有变化,整体滑落的角度变化也很小,但是全部滑落时的角度变化范围比较大。这说明 HDPE 整体沿钢板的滑动角是固定的。但是由于钢板表面粗糙度不均匀等原因会引起物料全部滑落时的角度变化范围比较大。

物料沿钢板平面的滑动角等于物料整体滑落时的角度,即为物料 90% 已下滑的角度。因此将每次实验测得的 90% 滑动角代入式(1)可以求得 HDPE 颗粒沿钢板在 20℃ 下的滑动角和摩擦系数,分别为 15.3° 和 0.27。

HDPE 大部分靠自重滑落时,可使其在螺槽中输送的摩擦阻力较小,因此进行挤出机螺杆设计时,

最小螺旋升角不可小于8°, 小于8°则 HDPE 在螺槽中处于自锁状态, 很难向前推进; 当螺旋升角大于15.5°时, HDPE 比较容易向前推进。但在设计固体输送段时, 最大的设计螺旋升角可不必超过 22.5°, 超过 22.5°则不能对提高挤出输送效率有很大作用, 却会减少停留时间, 不利于满足预热时间。

2.2 木粉与钢板的滑动摩擦系数

木粉沿钢板在 20℃下的滑动角如表 2 所示。

表 2 木粉沿钢板在 20℃下的滑动角

实验次数	初始滑动角/(°)	90%滑动角/(°)	100%滑动角/(°)
1	28.0	33.1	41.0
2	30.0	32.5	40.0
3	29.0	32.5	43.5

根据表 2, 由式 (1) 计算得到 20℃下木粉沿钢板的滑动角为 32.7°, 所得滑动摩擦系数为 0.64。可以看出木粉与钢板的摩擦系数远大于塑料与钢板之间的摩擦系数, 这也说明木塑混合物在挤出过程中的输送与纯塑料会有着很大的差别。由于纯木粉的初始滑动角较大, 设计挤出机喂料斗下端倾斜角及螺杆喂料段的螺旋升角时可以考虑在 28°~41°之间选择, 而 33°较为合适, 在此角度下 90%的木粉可自由滑落, 由此可使木粉在料筒中通过螺杆旋转向前输送的阻力变小。

2.3 HDPE/木粉混合物与钢板的滑动摩擦系数

HDPE/木粉混合物沿钢板在 20℃下的滑动角如表 3 所示。

表 3 HDPE/木粉混合物沿钢板在 20℃下的滑动角

实验次数	初始滑动角/(°)	90%滑动角/(°)	100%滑动角/(°)
1	32.5	38.0	43.0
2	31.0	36.0	42.0
3	30.0	35.5	43.0

根据表 3, 由式 (1) 计算得到 20℃下 HDPE/木粉混合物沿钢板的滑动角为 36.8°, 所得摩擦系数为 0.75。由此可见 HDPE/木粉混合物与钢板的摩擦系数大于 HDPE 和木粉单独与钢板的摩擦系数, 这也许是许多木塑复合材料加工螺杆与机筒寿命低于普通塑料挤出机的重要原因。

2.4 HDPE/木粉混合物与钢板在不同温度下的摩擦系数

HDPE/木粉混合物沿钢板在不同温度下(20~130℃)的滑动角和摩擦系数如表 4 所示。由表 4 可以看出, HDPE/木粉混合物在 20~60℃时, 其与钢板的摩擦系数逐渐减小, 当温度为 60℃时, 混合物的摩擦系数达到最小值, 为 0.60, 略低于木粉。其

表 4 HDPE/木粉混合物沿钢板在不同温度下的滑动角和摩擦系数

温度/℃	初始滑动角/(°)	90%滑动角/(°)	摩擦系数
20	31.5	36.8	0.75
50	27.0	34.0	0.67
60	23.0	31.0	0.60
100	30.0	35.0	0.70
130	33.0	38.0	0.78

主要原因是随着温度的升高, HDPE 与木粉中的水分逐渐蒸发, 随着含水量的下降, 物料与钢板的吸附作用减弱, 导致其摩擦系数降低。在挤出过程中, 如果将物料的温度提高到此范围, 就可以减小摩擦。由表 4 还可以看出, 若将螺杆喂料段的螺旋升角设计在 23°~31°之间, 也可有效提高输送率。在 60~130℃时, HDPE/木粉混合物与钢板的摩擦系数逐渐增大, 主要是因为随着温度的升高, HDPE 逐渐变软, 粘性逐渐增大, 从而粘附在钢板上, 导致其滑动角逐渐增大^[4]。因此对于 HDPE, 喂料段的温度应低于 60℃, 若超过此温度, 既增加能量消耗, 又可能增加喂料段的输送摩擦阻力。而喂料段的螺旋升角设置在 23°~31°之间可以减小物料与螺杆之间的滑动摩擦角, 同时提高固体输送率。另外, 摩擦系数随温度变化有不同的变化, 若在挤出工艺设计中考考虑温度对摩擦系数的影响, 既可以节能, 又可以提高生产效率。

由以上实验可以看出, HDPE/木粉混合物与钢板的摩擦系数最高, 木粉次之, HDPE 最小。主要原因是 HDPE 与木粉充分混合后, 木粉由于体积比较小, 会填充到 HDPE 与钢板及 HDPE 与 HDPE 颗粒之间的空隙中, 木粉的比例越大, 这种填充就越密实, 由此就导致物料在钢板上堆积叠加, 物料要整体向下滑落就必须克服物料与物料之间的摩擦力, 然而物料之间的摩擦系数比较大, 导致了 HDPE/木粉混合物的摩擦系数较大^[5]。因此, 在木塑复合材料挤出机螺杆的设计中, 为了保证输送速率, 所设计的喂料段螺旋升角应较大。另外在喂料段螺杆需要控温时, 应将温度控制在 60°左右。

3 结论

通过测定 HDPE、木粉及 HDPE/木粉混合物与钢板在 20℃下的摩擦系数及 HDPE/木粉混合物与钢板在 20~130℃下的摩擦系数, 可以发现 HDPE/木粉混合物与钢板的摩擦系数高于 HDPE 和木粉, 因而其挤出摩擦阻力较大, 这是木塑复合材料挤出加工中必须考虑的因素。另外, HDPE/木粉混合物与钢板之间的摩擦系数随温度有不同的变化, 因而

在进行挤出设计时,应该设定合理的温度,以保证既不会因提高温度而能耗过多,又能提高挤出加工的效率。

参考文献

- [1] 李自强,王传名,孙恒,等.木塑复合材料的成型加工及影响因素[J].工程塑料应用,2009,37(7):35-37.
- [2] 赵丹,白永平,刘立洵.新型木塑复合材料成型工艺的研究

[J].森林工程,2003,19(6):13-15.

- [3] 伍波,张求慧,李建章.木塑复合材料的研究进展及发展趋势[J].材料导报,2009,23(7):62-64.
- [4] 蒋永涛,李大纲,吴正元,等.温度对两种木塑复合材料的影响[J].林业机械与木工设备,2008,37(3):24-27.
- [5] 于艳斌.高配比木塑复合材料挤出成型特性研究[D].青岛:青岛科技大学,2009:6.

MEASUREMENT OF FRICTION COEFFICIENT OF WOOD-PLASTIC RAW MATERIALS AND ITS EFFECT ON EXTRUSION PROCESSING

Tang Yue, Pang Yeliang

(College of Electromechanical Engineering, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266061, China)

ABSTRACT The friction coefficients of HDPE, wood powder and mixture of HDPE/wood powder to steel plate at 20℃ were measured and friction coefficients of mixture of HDPE/wood powder at different temperatures were determined. The effect of friction coefficient on the extrusion processing of wood-plastic composite was analyzed and the practical and reliable datas were provided in order to carry out the research of extrusion processing of wood-plastic composite thoroughly.

KEYWORDS wood-plastic composite, friction coefficient, extrusion processing

厦门推出无毒环保生物可降解塑料

不少塑料食品容器由于使用的材料大多是塑料石化原料,对消费者的健康带来一定危害。针对这一状况,厦门市伟盟环保材料有限公司推出无毒环保的 INGEOTM(一种以天然植物制成的聚乳酸)与 PLANDPAPER(伟盟纸)产品。

据介绍, INGEOTM 与 PLANDPAPER 产品符合美国 FDA、欧盟对食品可接触的规范,即使盛装含有酸性或酒精成分的食材,也不会释放危害人体的物质。

另外,传统塑料与纸容器产品在自然环境中无法被微生物分解,所以在掩埋场会造成土壤与地下水源污染,焚烧则容易产生有毒气体。

INGEOTM 与 PLANDPAPER 产品所使用的原材料来自可生物降解的天然植物,可以在土壤中掩埋或堆肥环境中被微生物菌分解,且可以回收再利用,焚化后也不会产生有毒气体。(慧聪网)

我国不饱和聚酯树脂行业发展分析

我国不饱和聚酯树脂(UPR)工业经过近10年的快速发展,年生产量由2000年的45万t增加到2009年的153万t,如今我国已超美国成为世界上UPR产量与用量最大的国家。

产量10年翻3倍

UPR在我国经历了40多年发展历史,主要可以分为以下三个阶段:1966~1980年,为初级发展时期;1981~2000年,为成长发展时期;2001~2008年,为高速发展时期。

从2000年到现在,我国UPR产业基本形成了内资引进技术企业、外资企业、民营企业组成的高中低不同档次的多层次、多元化的产业群。2000年,我国UPR的产量在45万t左右,到2009年,我国UPR总产量达到153万t。10年内,我国UPR的产量翻了3倍多。

在地域分布上,UPR厂家主要集中在长三角地区,如江苏省、浙江省、上海市;珠三角地区,如广东省、福建省;环渤海地区,如天津市、北京市、山东省、河北省。这三个地区总产量约占全国总产量的96%。

挑战依然存在

虽然我国的UPR行业已经取得了骄人的成绩,但是阻碍行业发展的困境依然存在,行业发展面临挑战,主要有以下三点:

(1) 国家逐步加大对化工企业的监管力度,中小企业将面临生存困境。

安全生产方面:未取得安全许可证必须停产,国家长期规划是消减小型危险化学品生产企业,即使已经取得许可证的企业也不是高枕无忧,国家安全检查力度一步紧似一步,一些不符合安全规范的企业将被迫停产。

环境保护方面:企业未做环境评价报告不能生产。目前很多省市环保部门已经对UPR行业的废水排放采取了在线监控,那些废水未达标排放、私自偷排的企业将受到严厉制裁。

产品质量方面:2009年7月份,UPR企业开始申办工业许可证,由国家质检局负责对UPR生产企业进行产品抽样检测,不合格企业将不能获得工业生产许可证。

(2) 低端市场需求逐渐走低,利润微薄,产品逐渐失去生命力;中高端市场面临外资企业纷纷进入、国内大企业相继扩产的局面。那些缺乏技术支持和整体实力的企业在中高端市场生存艰难。

(3) 国家标准将会重新出台,产品指标将会进一步提高,很多牌号如果不改进配方和生产工艺,可能会达不到标准要求。如果国家质检局加大监管力度,一些粗制滥造、制假贩假的企业将被淘汰出局。(复材在线)