

研究与开发(12~14)

丙纶磁性纤维充磁条件的探讨

叶建忠, 齐鲁

(天津工业大学, 天津 300160)

摘要:利用 U5-10 型电磁铁对丙纶磁性纤维样品进行了多种条件下的充磁实验,对比不同条件下的实验结果,系统地研究了充磁时间、外加磁场强度、样品厚度及高温充磁等因素对纤维样品最终获得的磁性能的影响。结果表明:在常温下丙纶磁性纤维在外加磁场中能够瞬间被磁化,充磁时间一般控制在 1~3 min,高温充磁时应适当延长充磁时间。样品磁感应强度随外加磁场强度的增加而增大,在磁粉磁性能达到磁饱和后不再增长。随着丙纶磁性纤维样品厚度增加,磁感应强度呈线性提高。丙纶磁性纤维经高温充磁比常温充磁的效果更好。

关键词:丙纶;磁性纤维;充磁;磁性能

中图分类号:TQ342+.89 **文献标识码:**B **文章编号:**1009-0045(2003)01-0012-03

功能纤维的种类繁多、品种齐全,其新品种主要有远红外纤维、磁性纤维等^[1]。我们采用复合纺丝的方法研制出丙纶磁性纤维。它的成功开发将医疗保健功能和服用功能合而为一,给纤维工业注入了新的活力,为纤维开拓了更为广阔的应用领域。但磁性纤维不仅仅要具有常规纤维的各种基本性能,更重要的是其必须具有满足使用要求的磁性能。为了探索纤维最佳的充磁工艺,采用 U5-10 型电磁铁在多种条件下对纤维样品进行了充磁实验,并对实验结果进行了分析研究。

1 实验部分

1.1 样品

丙纶磁性纤维是自行研制,用经充分干燥的共混物切片通过皮芯式纺丝得到的一种新型纤维。根据需要将纤维制成多组厚度一定的大约 5 cm 见方的待测样品。

1.2 样品充磁

在不同的条件下,用 U5-10 型电磁铁分别给各组纤维样品充磁,并用 PG-5 型特斯拉计测定各个充磁后样品的磁性能。每个样品均测定其表面上多个固定位置点的磁感应强度,求出平均值作为该纤维样品的表面磁感应强度。

2 结果与讨论

2.1 充磁时间对纤维磁性能的影响

由于聚合物是粘弹性体,其力学行为与时间相联系^[2]。我们对磁性纤维样品进行了不同时间的充磁,而后分别测定其磁感应强度,结果得到如图 1 所示的曲线。

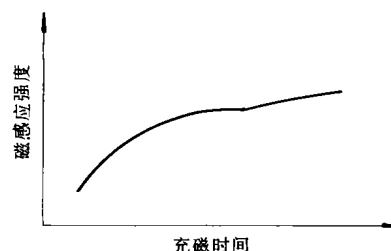


图 1 纤维磁感应强度随充磁时间的变化曲线

由图 1 可见,丙纶磁性纤维样品经很短时间的充磁即可达到较理想的效果,而后随充磁时间的延长,磁感应强度略有增长。出现这种现象是因为,在纤维的芯层物料中磁粉含量很高,在熔融纺丝的过程中呈片状的磁粉必有部分沿纺程方向取向,另外必然还有部分磁粉在聚合物中分散不匀从而产生堆积。对于已规则取向的磁粉

收稿日期:2002-08-14;修回日期:2002-09-26

作者简介:叶建忠(1973-),男,湖北襄樊人,大学本科,助工,主要从事功能纤维材料的研究与开发工作。

来讲,在充磁的瞬间即可着磁,与充磁时间没有太大关系。而在聚合物中因分散不匀而堆积的磁粉在外磁场的作用下,经一定时间会沿磁场方向取向排列从而使纤维的磁感应强度有所增强。至于被聚合物包覆的磁粉粒子,由于受到聚合物的粘滞阻力较大,在磁场作用下不能扭转取向,故而对纤维磁感应强度的增长没有任何贡献。所以适当的延长充磁时间,会使纤维的磁性能有所提高。

2.2 外加磁场强度对纤维磁性能的影响

新纺丝成型的丙纶磁性纤维并不具有磁性,只有在经过充磁之后,才会有一定的磁感应强度。常用的充磁方式有两种:直流充磁和脉冲充磁。实验中我们采用直流充磁的方式。由于所通电流的强弱会引起外加磁场的变化,分别在不同的磁场强度下对纤维样品进行了充磁实验,结果见图 2。

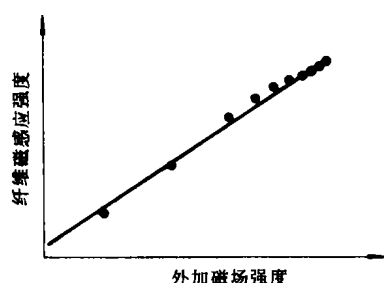


图 2 纤维磁感应强度随外加磁场强度的变化曲线

由图 2 可见,随外加磁场强度的提高,充磁后丙纶磁性纤维的磁感应强度增大。这是由磁粉粒子本身的特性所致,在磁粉粒子的磁性能达到磁饱和之前,它的磁性能会随着外加磁场强度的增大而增大,直到磁饱和为止。这也就表现为丙纶磁性纤维样品的磁感应强度随外加磁场强度的增大而提高。

2.3 样品厚度对纤维磁性能的影响

实验发现,样品的厚度不同,其充磁后磁感应强度差异很大,它们之间变化的关系如图 3 所示。

由图 3 可见,充磁后样品的磁感应强度随样品厚度的变化曲线近似为直线。这一现象符合磁场的叠加原理,纤维样品在外加磁场中被充磁时,样品中每一层纤维在同一磁场被磁化所得到的磁感应强度大小大致相同,且方向一致。根据

磁场叠加原理多层样品的各个单层之间的磁场

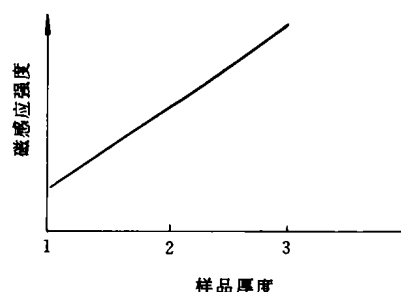


图 3 纤维磁感应强度随样品厚度的变化曲线

会互相叠加,从而使纤维样品在磁场中充磁后的磁感应强度随纤维的层数呈线性增长。图 3 中的曲线稍微有偏离直线的现象大概是因为纤维中磁粉分散不匀所致。由于纤维充磁后遵循磁场叠加原理,所以我们可以制作厚薄不同的织物来调节其磁性能的高低,从而去满足不同应用场合的需要。

2.4 热处理对纤维磁性能的影响

纤维在常温、高温下充磁效果的比较 温度变化对于高聚物分子运动的影响非常显著。温度升高,一方面运动单元热运动能量提高,另一方面由于体积膨胀,分子间距离增加,运动单元活动空间增大^[2]。这样,若对纤维进行热处理,使纤维中的聚合物处于高弹态或粘流态,这时再充磁粒子的取向肯定会增强,充磁后纤维的磁性能也必定会优于常温充磁纤维的磁性能。为了验证这一点,我们做了纤维常温、高温充磁的对比实验:充磁时间 5 min,高温充磁的样品热处理温度分别为 100 ℃, 130 ℃,处理时间为 20 min,外加磁场强度为 1.2 T。实验结果如图 4 所示。

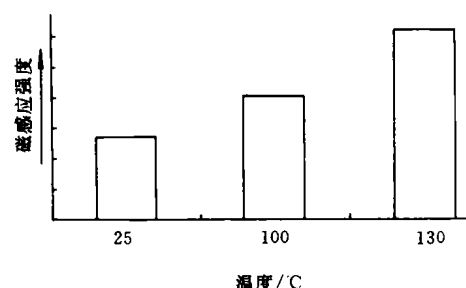


图 4 纤维磁感应强度随热处理温度的变化

由图 4 可见,纤维样品充磁后的磁感应强度随着热处理温度的升高而增大。说明经高温热处理后,纤维中的高聚物运动单元获取了更多的热运动能量而被活化,其热运动加强,从而对磁粉粒子的粘滞阻力消弱,有利于纤维中的磁粉粒子在外加磁场的作用下取向;同时高聚物在高温下体积膨胀,分子间距增大为磁粉粒子提供了更大的运动空间,也有利于磁粉粒子的取向。

高温充磁后纤维剩余磁感应强度的变化
在对纤维进行高温充磁的实验中发​​现经高温充磁的纤维磁感应强度随纤维冷却时间的延长而变化。其结果如图 5 所示。

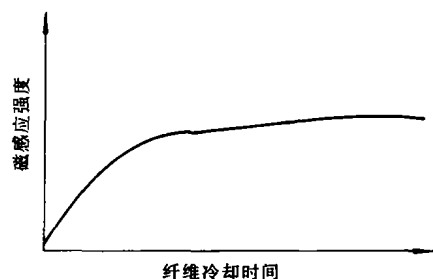


图 5 磁感应强度随冷却时间的变化曲线

由图 5 可见,高温充磁后纤维的磁感应强度随冷却时间的延长而提高,待纤维完全冷却后,磁性能则不再变化。经高温处理的纤维样品刚充完磁时温度下降很快,其磁感应强度相应有较快的增长速度,而是随着纤维的逐渐冷却,其磁

感应强度增长变慢直至最终不再变化。产生这种现象的原因是:(1)磁粉粒子本身在高温下磁性能减弱,经冷却后,磁性能逐渐恢复;(2)随冷却时间的延长,高聚物体积收缩时,磁粉的堆积变得越来越紧密,从而使纤维的磁性能增强。待纤维冷却至常温后,这些变化不再发生,纤维的磁感应强度也就趋于稳定。

3 结论

a.常温下丙纶磁性纤维在外加磁场中能够瞬间被磁化,充磁时间一般控制在 1~3 min,延长充磁时间对纤维磁感应强度的提高作用不明显,高温充磁时则应适当延长充磁时间。

b.在纤维中的磁粉粒子达到其自身的磁饱和前,丙纶磁性纤维的磁感应强度随外加磁场强度的增加而增大,在磁粉达到磁饱和后不再增长。

c.在同一磁场下充磁后,随着丙纶磁性纤维样品厚度增加,磁感应强度呈线性提高。

d.丙纶磁性纤维经高温充磁比常温充磁的效果更好,高温充磁后纤维的磁感应强度随冷却时间的延长而增大,直至纤维完全冷却后不再变化。

参考文献:

- [1] 吴德炎. 漫话磁性塑料[J]. 化工新型材料, 1991, 7(13).
- [2] 何曼君, 陈维孝. 高分子物理[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1988. 357~360; 228~269.

●读者·作者·编者●

2001 年《石化技术与应用》发表论文被《CA》收录达 85%

《石化技术与应用》于 2000 年成为国际权威检索系统——美国《Chemical Abstracts》(简称 CA)的源期刊。近日,我们委托北京科光华科技开发中心对本刊发表论文被《CA》收录情况进行了检索统计。结果表明:2001 年《CA》收录本刊的论文数占该年度本刊发表论文总数的 85%。此项统计结果说明,本刊发表的论文质量已经达到较高水准,论文英文摘要符合国际标准化要求。

截止目前,《石化技术与应用》已经成为美国《CA》、《AJ》、《EMA》、《CSA》及俄罗斯《AJ》五大国际著名检索系统的源期刊,这为提高本刊的国际影响力,继而使之参与国际竞争,最终向国际化办刊方向发展创造了必要的条件。

(本刊编辑部)