

针织物复合中空超滤膜的制备与研究

郭鑫^{1,2}, 李娜娜^{1,2}, 宋广礼^{1,2}, 牛路苹^{1,2}, 胡晏平^{1,2}, 王键^{1,2}

(1.天津工业大学 纺织学院,天津 300387;

2.广州纤维产品检测院,广东 广州 510220;

3.天津工业大学 先进纺织复合材料教育部重点实验室,天津 300387)

摘要:采用狭缝涂覆的方法在管状针织物表面涂覆聚偏氟乙烯铸膜液,制备出针织物增强PVDF复合膜,并讨论了该复合膜的水通量以及力学性能。结果表明:针织物增强PVDF复合膜渗透性能良好,水通量稳定在290 L/m²·h;具有针织物增强体的PVDF膜力学性能显著增加,说明通过复合管状针织物可使PVDF膜的力学性能得到改善,有助于PVDF膜的推广应用。

关键词:PVDF膜;针织物;涂覆;渗透性能;力学性能

中图分类号:TS 186.5

文献标志码:A

文章编号:1000-4033(2012)02-0015-02

自从发现了膜可在污水处理中发挥良好效果,膜科学便成为研究热点。在众多的有机高分子膜材料中,由于聚偏氟乙烯(PVDF)耐高温、韧性好、有良好的机械性能和稳定的化学性质、有良好的生物惰性和成膜能力,因此PVDF膜受到了研究者的关注^[1]。但聚合物膜的强力并不能达到很多领域的应用要求,需采用纤维或织物增强体,在不影响膜渗透性能的同时,提高其力学性能。

针织间隔织物能被用于膜支撑体。典型的间隔织物包含3个相对独立的层,两个外层被用于膜的附着,大量单丝纱线连接两个外层而形成的中空层用于过滤排水。这个叫做IPC膜的概念也就是具有完整渗透通道的包围膜。通过狭缝涂覆技术涂铸膜液于间隔织物的所有层上形成膜层。第一个IPC膜是用聚醚砜树脂(PES)与聚乙烯吡咯烷酮(PVP)制成的,膜层具有最大达0.3 μm的孔以及1 500 L/m²·h

的渗透量。这个IPC膜在0.1 MPa情况下容易反洗。第一个在膜生物反应器(MBR)上涂覆铸膜液的样品已达到MBR商品膜的水平^[2]。

1 实验部分

1.1 管状针织物复合膜的制备

1.1.1 管状针织物的制备

选用捻度为100捻/m的涤纶纱线在针织手摇横机上编织单层管状针织物。调整所需要的弯纱深度为8.5 mm。

1.1.2 PVDF 针织物复合膜的制备

以二甲基乙酰胺(DMAC)为溶剂,聚乙二醇(PEG)为制孔剂,按PVDF与DMAC的质量比为20:80来配置PVDF铸膜液,将铸膜液置于恒温水浴锅中,90℃下搅拌2 h,然后将搅拌好的铸膜液静置脱泡2 h待用。将管状针织物套在涂覆设备的不锈钢轨道上,将铸膜液倒入制膜盒,并将其沿着轨道自上而下运动,铸膜液涂覆于针织物上即得针织物复合膜。

1.2 测试与分析

1.2.1 通量测试

用常规膜通量测试仪器于室温在0.1 MPa下测定膜的水通量。先将复合膜在工作压力下预压15 min,使通量保持稳定,然后按公式(1)计算通量。

$$J = \frac{V}{S \times t} \quad (1)$$

式中:V为通过水的体积,L;S为膜面积,m²;t为测试时间,h。

1.2.2 断裂强力的测定

采用美国Instron公司3369型万能强力仪,参照标准GB/T 3923.1—1997《纺织品 织物拉伸性能 第1部分:断裂强力和断裂伸长率的测定 条样法》测试样品的力学性能。样品分别为干湿状态下的PVDF单膜、管状涤纶纤维针织物、针织复合膜。测试温度为20℃,拉伸速度为50 mm/min,夹持长度为50 mm,选择最大载荷为1 000 N的夹头,试样几何形状设置为管状,外

基金项目:天津市高等学校科技发展基金计划项目(20100310)。

作者简介:郭鑫(1988—),男,本科。主要从事纺织品检测与标准推广工作。

径为 6.6 mm,内径为 4.3 mm。

2 结果与讨论

2.1 渗透性能

图 1 所示为针织复合膜内外表面的 SEM 图像,其中,图 1a 中观察到的为致密无孔的 PVDF 膜,图 1b 中观察到支撑体针织物的线圈结构以及渗入支撑体内部 PVDF 铸膜液所形成的不完整膜及颗粒,这可能与针织物线圈结构有关。在水通量测试过程中,外层 PVDF 膜可渗透过的水溶液,内层支撑体针织物的渗透通道不会对其有阻碍。总之,管状针织物的支撑对 PVDF 膜的渗透性能基本没有影响。图 2 所示为 PVDF 膜与针织复合膜水通量的测试结果,从图中可知针织物支撑之后的复合膜的水通量与单独的 PVDF 膜相比差距不大,依然稳定在 $290 \text{ L/m}^2 \cdot \text{h}$ 。因此,可认为针织复合膜的渗透性能在商用上的表现已经达到了 PVDF 单膜的水平。

2.2 力学性能

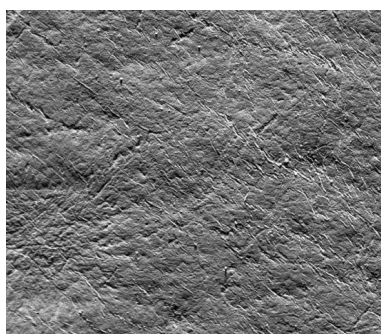
2.2.1 断裂强力

从图 3 PVDF 单膜、单独织物以及针织复合膜在干、湿态条件下的断裂强力,可以看出:PVDF 单膜、单独织物以及针织复合膜在湿态下断裂强力分别为 10.94 N、691.06 N、830.19 N,PVDF 单膜的断裂强力很低,机械性能较差,使用时容易折断。但与支撑体针织物复合之后,断裂强力增加了 7488.57%。因此,复合膜在过滤领域的应用更广泛。

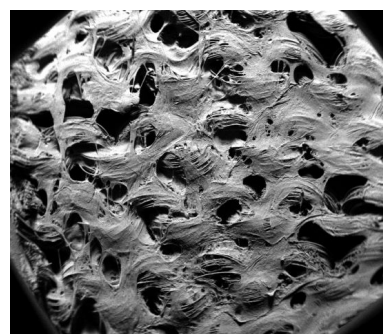
湿态下的 PVDF 单膜断裂强力相较于干态下有所上升,但幅度不大;而干湿态下的单独织物以及针织复合膜没有明显变化,这可以说明复合膜在用作过滤材料时,干、湿态条件对其强力影响很小。

2.2.2 断裂伸长

从图 4 PVDF 单膜、单独织物以及针织复合膜在干、湿态条件下



(a) 针织复合膜的外表面



(b) 针织复合膜的内表面

图 1 针织复合膜表面 SEM 图

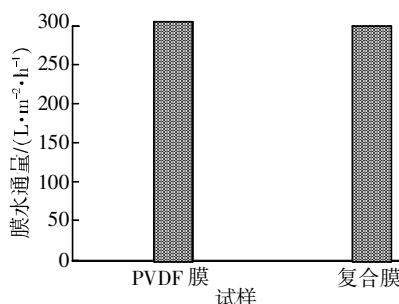
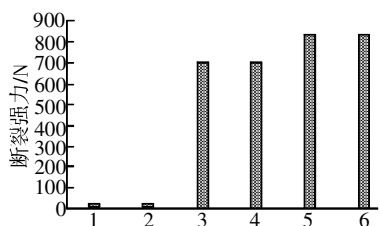


图 2 针织物支撑对膜水通量的影响



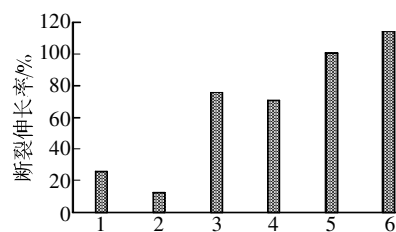
注:1.干 PVDF 膜;2.湿 PVDF 膜;3.干织物;4.湿织物;5.干合成膜;6.湿合成膜。

图 3 干、湿态条件下 3 种样的断裂强力

的断裂伸长率,可得看出:几种样品在湿态下的断裂伸长率依次增加且增幅明显,分别为 12.51%、75.44%、113.91%,在 PVDF 膜内加入管状针织物作为支撑使得膜的韧性增加,机械性能增强。

3 结论

3.1 针织物复合膜的过滤性能不会因为加入了管状针织物支撑体



注:1.干 PVDF 膜;2.湿 PVDF 膜;3.干织物;4.湿织物;5.干合成膜;6.湿合成膜。

图 4 单膜、织物、复合膜在干、湿态条件下断裂伸长率对比

而减弱。由于针织物复合膜外层膜致密,内部支撑体针织物的孔隙远远大于外层 PVDF 不会对水溶液进行阻留,所以针织物复合膜的水通量稳定在 $290 \text{ L/m}^2 \cdot \text{h}$ 。

3.2 单独的 PVDF 膜的断裂强力很低,机械性能比较差。在与支撑体针织物复合之后的断裂强力增加 7488.57%。在复合了针织物之后其断裂伸长率也有明显上升,可以说膜的韧性更加强,变形能力增强。这使复合膜在过滤领域的应用更广泛。

参考文献

- [1]李娜娜,肖长发,安树林. PVDF/PVA 共混膜的研究[J].功能材料,2007,38(12):1975-1980.
- [2]DOYEN W,MUES W,MOLENBERGHS B, et al. Spacer fabric supported flat-sheet membranes: A new era of flat-sheet membrane technology[J]. Desalination, 2010,250(3):1078-1082.

收稿日期 2011年6月22日