

文章编号 :0253-9721(2006)07-0079-04

水针板清洗技术的理论探讨

焦晓宁¹, 王旭¹, 梁淑林²

(1. 天津工业大学 纺织学院, 天津 300160; 2. 天津工业大学 材料科学与化学工程学院, 天津 300160)

摘要 为了找到一种适合水针板清洗的有效方法, 简要介绍了水针板的基本情况, 分析了堵塞水针板的主要物质及 3 种堵塞形式, 列举了 3 种水针板化学清洗浸泡液以及具有一定功能、适合添加到浸泡液的化学试剂。详细介绍了水针板高压清洗技术的清洗机理, 清洗方法和技术优点, 并对运用超声波技术和激光技术清洗水针板进行了分析。

关键词 水刺; 水针板; 清洗技术

中图分类号: TS173.45 文献标识码: A

Theoretical investigation of cleaning technique for the water needle plate

JIAO Xiao ning¹, WANG Xu¹, LIANG Shu-lin²

(1. School of Textiles, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300160, China;

2. School of Materials Science and Chemical Engineering, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300160, China)

Abstract With an attempt to find a suitable method for cleaning the water needle plate, the paper made a general introduction of the water needle plate, analyzed the chief materials which would cause blocking up of the needle plate and three forms of blocking up, and presented three kinds of representative chemical cleaning solution and suitable chemical regents. The cleaning mechanism of the high pressure water cleaning technology for the water needle plate was elaborated as well as its method and advantages. Ultrasonic and laser cleaning technologies for it were also discussed.

Key words spunlaced; water needle plate; cleaning technology

水针板是水刺非织造机械的关键部件。实际生产中, 水针板极易发生堵塞或腐蚀损伤, 导致“水针”散射性提高, 穿透性下降, 纤维缠结效果不明显, 水刺布表面形成稀密路或起毛现象, 严重影响产品质量, 因此必须对水针板定期进行清洗、保养。本文对水针板的清洗工作进行研究分析。

1 水针板及其堵塞情况分析

1.1 水针板的基本情况

水针板为开有一排或两排小孔的长条状金属板, 厚约 800 ~ 1 000 μm , 宽由水刺生产线的宽度而定, 现多为 1.6、1.8、2、2.1、2.5、3.4 m, 水针板上的

针孔孔径在 80 ~ 180 μm 之间, 生产中根据纤维性能、纤维网定量以及产品要求来选择合适的水针板。

由于水针板的制作过程是先在上面打孔然后镀层最后再打磨, 这样针孔中没有镀层, 因此要增加针孔的抗腐蚀性就需要通过改变水针板的材质而不是靠镀层来实现。

1.2 产品对水针板清洗时间的影响

在生产水刺非织造织物时, 由于原料和工艺的不同, 水针头堵塞的情况有所不同, 造成水针头堵塞的物质也不同。一般情况下, 生产粘胶、涤纶、锦纶纤维制品时, 水针板每 8 h 就需要清洗, 但当生产纯棉制品时, 水针板约使用 4 h 就要清洗, 这是因为棉

纤维中的短纤比粘胶、涤纶、锦纶中的短纤多。

1.3 水质及堵塞物分析

1.3.1 水质要求

在实际生产中,对补充进去的新鲜水或者循环水的水质均有较严格的要求,见表 1。

表 1 水刺工艺对水质的要求

新鲜水的水质要求	循环水的水质要求
接近中性;不含微细粒子物质; 含铁量低;不含细菌; 无有机物;无易起泡添加剂	混浊度 < 6 度;没有异味; 水中所含微粒直径 ≤ 50 μm; pH 值在 6 ~ 8;硬度 ≤ 150 mg/L; 菌落总数 ≤ 1 000 CFU/mL

1.3.2 堵塞物

水循环系统中含有纤维屑、纤维素胶状体、微生物及其粘泥、污垢、油剂、水垢、沙土以及尘埃等物质。尽管经过气浮、砂滤、袋式过滤、筒式过滤、安全过滤网等多道多级水处理系统过滤,但水中仍会含有少量微细的、难以过滤掉的微粒物质。

1.3.2.1 纤维屑 纤维网中的纤维屑随着高压水流进入水循环系统。纤维越短,相互缠结作用越弱;托网帘的孔隙越大,纤维越容易流失。尤其在生产短纤、极短纤(如木浆纤维)时这种现象更明显。

1.3.2.2 微生物及其粘泥 微生物在水系统中大量存在,并且繁殖迅速^[1]。部分微生物的存在会引发金属或非金属材料的腐蚀。粘泥是纤维屑、尘埃、菌藻的尸体及其粘性分泌物堆积形成的软泥性物质,粘泥是造成水刺头堵塞的主要原因之一。

1.3.2.3 油剂 水系统中的油剂主要来自纤维原料。另外,水针头油路的垫圈破损时产生的漏油也会进入水系统。油剂附着在水针板表面,与不锈钢水针板形成固-液界面,产生表面张力。高压水必须克服这层表面张力才能通过水针板产生水针。因此由于固-液界面的存在会使水针能量有一部分损失,降低水针缠结的质量。同时,因为油剂还是微生物生长的营养来源,故油剂的存在会加速水质的恶化。

此外,存在于水系统中的水垢、泥沙、尘土等也是造成水针头堵塞的原因之一。在实际生产时,循环水流速变化产生的流速差容易将污垢及粘泥剥离构件表面,随循环水流动,造成水系统通路堵塞。

1.4 水针板堵塞的几种形式

水针板堵塞分为完全堵塞、部分堵塞和表面附着 3 种形式,见表 2,产生的原因及对水针的影响不

尽相同。

表 2 水针板发生堵塞的情况

种类	针孔外观	产生原因	对水针的影响
完全堵塞	不透光	以固体为主的杂质进入针孔	出水量下降甚至为零 无法产生高压水针
部分堵塞	透光	以胶体为主的杂质进入针孔	出水量下降压力下降 有时无法产生高压水针
表面附着	无明显变化	油剂等液体附着物在针孔表面	损失一部分水刺能量 严重时不产生高压水针

当水针板发生堵塞时,布面上会产生稀密路、起毛等现象,严重影响布面质量。根据经验,当整条水针板的针孔堵塞达到 20% 时,纤网强力明显下降,必须更换新针板。

2 清洗水针板的化学浸泡液

2.1 浸泡液配方

在清洗水针板时,为了获得更好的清洗效果,在清洗前需将水针板放入化学溶液进行浸泡。浸泡液既能去除堵塞水针板的大部分物质,又不会对水针板产生腐蚀。以下几种浸泡液的配方,经过实际生产检验,效果很好。

1) 法国 PERFOJET 公司提供的浸泡液,其配方是 980 mL 清水加 20 mL 清洗剂。每周更换一次新鲜的清洗液,该配方对水针板的清洗以及保护有很好的效果。

2) 英国 Cel 公司提供的 Flophase145 是一种无毒、非酸性的清洗液,主要成分:氢氧化钠 1% ~ 5%,磷酸 10% ~ 15%,NTA 15% ~ 20%,表面活性剂 1% ~ 5%。配成 5% 清洗液进行清洗,水针板最多浸泡 24 h。

3) 由氨水、氯化铵和 EDTA(乙二胺四乙酸)配成清洗液,使用时配成 10% ~ 15% 的溶液作为清洗剂,为保持清洗效果,清洗液需每周更换一次。EDTA 是一种四元弱酸,它在很宽的 pH 值范围内易与多种金属离子生成结构为 5 个五元环的稳定络合物,并且 EDTA 对基体金属侵蚀小,无氢脆和晶间腐蚀。由于其在 150 °C 以上开始分解,故使用时温度不能高于 140 °C。考虑到温度越高,反应速度越快,故清洗温度多控制在 130 ~ 140 °C 之间。

由于溶液的碱性越强,EDTA⁴⁻ 含量越高,其配位能力、除垢能力也越强,因此 EDTA 清洗应在碱性条件下完成,但 pH 值不宜超过 8.5。这是因为 pH 值若超过 9,三价铁就不是以络合物的形式沉淀,而是以氢氧化铁的形式沉淀下来,失去络合作用。所

以,利用氨水和氯化铵组成的缓冲溶液来配合 EDTA 类清洗液使用,能保持溶液 pH 值稳定^[2]。

2.2 化学试剂的添加

根据清洗对象的不同要添加一些有针对性的化学试剂。下面简要介绍几种能有效去除微生物及其粘泥且对环境无污染或低污染的化学试剂。

2.2.1 季铵盐类

季铵盐类杀菌剂杀菌作用强,能杀灭大多数微生物,特别适用于在粘泥和污垢下滋生的厌氧菌的杀灭,具有相当良好的渗透能力和分散能力,化学性质稳定,能在较宽的 pH 值范围内使用,易降解,污染较少。

2.2.2 异噻唑啉酮

异噻唑啉酮是一种非氧化型杀菌灭藻剂,具有高效、广谱、毒性小、穿透性强、对环境无污染的特点,对细菌、藻类、软体动物、粘泥等具有良好的杀灭效果。在正常浓度下使用,能自然降解为无毒物质,对环境无影响。它混溶性好,能与氯等各种缓冲剂、阻垢分散剂、阳离子表面活性剂和非离子表面活性剂混溶并发挥协同效应^[3]。

2.2.3 大蒜素

大蒜中具有杀菌能力的是大蒜素,大蒜素质量浓度为300 mg/L时,杀菌率可达99%。大蒜素是天然植物大蒜的提取物,不存在毒害和环境污染问题。

2.2.4 污泥剥离剂

采用污泥剥离剂清除附着在设备上的各种微生物粘泥,使设备清洁畅通,同样可以减少微生物、菌藻的大量繁殖所造成的危害。常用的松香胺污泥剥离剂不但具有污泥剥离的作用,同时还具有缓冲、杀菌的功效^[4]。

3 水针板清洗技术的现状

常用的工业清洗技术分为物理清洗和化学清洗,包括高压水射流清洗、传统水射流清洗、超声波清洗、激光清洗、蒸汽清洗、紫外线清洗、等离子体清洗、爆炸与爆破清洗等,其中高压水射流清洗是目前水针板清洗中广泛使用的技术^[5]。

3.1 高压水射流清洗技术

高压水喷射清洗主要是依靠喷射时携带的动能产生冲击力来切割、破碎、剥离、穿透污垢杂质,达到清洗的目的。在喷嘴中由于压力急剧降低,水中的

气体将分离出来形成空泡,喷射过程中外部气体也会被卷吸进来形成空泡,这样当射流冲击到清洗物时,压力急剧变化,喷射中形成的气体或蒸汽空泡迅速溃灭,由此产生的微射流空蚀作用也会提高水射流的清洗效果。

水针板附着层与水针板的粘附方式可分为机械粘附、特殊粘附、化学粘附。机械粘附是指附着层靠机械方式粘附于基体的孔隙和缝隙中,粘附强度比较低;特殊粘附是靠附着材料与基体之间产生偏振效应和静电力而粘附,其粘附强度高于机械粘附,约为 200 N/mm^2 ;化学粘附是利用化学试剂的作用,使基体金属表面活化发射出的电子在粘附过程中发生化学反应,其粘附强度更高,约为 50 kN/mm^2 。对于硬质水垢来说,高压水射流的冲击力与剪切应力超过污垢强度与粘接力时即可将其击碎、剥离,对于硬质污泥来说,只靠水流的冲击力即可将其去除。

高压水射流清洗工作压力的选择十分重要,既要考虑在除掉附着物的同时不损伤基体表面,还要考虑到清洗压力对射流特性的影响。国际上对水射流压力等级的划分是:中高压 $70 \sim 140 \text{ MPa}$,高压 $140 \sim 400 \text{ MPa}$,超高压大于 400 MPa 。大多数清洗作业使用 70 MPa 以下的水射流即可完成,只有很少量清洗作业需要 270 MPa 或更高的压力。

高压水针板清洗是先将水针板放入清洁网篮内浸泡24 h,浸泡温度为 $35 \text{ }^\circ\text{C}$,沥干水分。用压力为 200 MPa 的间断式高压水在清洗速度为 1.5 m/min 的条件下,对水针板的反面、正面分别进行清洗,然后再用高压压缩空气去除水针板针孔内剩余的水分,最后将干燥完毕的水针板放入洁净的塑料管内保存以备使用。

高压水射流清洗是一种常用且有效的清洗方法,与传统水射流清洗、机械清洗以及化学方式清洗相比,具有以下特点:清洗能力强,工作效率高,使用成本低;压力等级适当时,不会损伤被清洗基件;不会造成二次污染,清洗过后如无特殊要求,不需要进行洁净处理;能清洗形状和结构复杂的物件,能在空间狭窄场合进行作业。

3.2 其它清洗技术

3.2.1 超声波清洗

超声波清洗是利用超声波发生器的超声空化作用,使液体中的微气泡迅速变大后又突然闭合,从而产生几千个大气压力来破坏不溶性污物,并使它们分散在清洗液中,以达到除去沉积物和粘附物的目的。

超声波清洗的工作机理有两方面。一是超声波在传媒液体中传播时,把能量传递给传媒质点,传媒质点再将能量传递到清洗对象物表面并使污垢分离解散。二是利用空穴破坏时释放的能量,由于超声波以正压和负压重复交替的方式向前传播,负压阶段传播时在媒液中形成微小的真空洞穴,媒液中的气体进入空穴并形成气泡;正压阶段传播时,空穴气泡被绝热压缩而破裂,对空穴周围形成巨大的瞬间冲击,空穴附近的液体或固体受到上千个大气压的作用,污垢薄膜被击破,达到去污的效果。

当使用的超声波频率在 26 ~ 100 kHz 范围内时,超声波的上述 2 种工作机理都存在,当使用的超声波频率在特高频范围时,并不产生空穴,主要依靠本身的巨大能量,对污垢进行清洗。

超声波清洗的特点是速度快、效果好,易于实现自动化,特别适用于存在空穴、狭缝、凹槽、微孔及暗洞等表面形状复杂的工件,比如纺丝组件中的喷丝头。可见将超声波清洗技术运用于水针板的清洗中理论上是完全可行的^[6]。

3.2.2 激光清洗技术

激光清洗技术是利用激光的高功率脉冲来去除固体或液体表面污染物的清洗方法。激光清洗的原理之一是利用被清洁基体与污染物对某一特定波长的激光吸收系数的显著差别,污物吸收激光能量后,或汽化挥发,或瞬间受热膨胀并被蒸汽带离基体表面,从而达到清洗的目的。这时激光波长的选择和激光能量的控制是清洗的关键。

激光清洗的特点是工作效率高,加工能力强,适用范围广。激光清洗不产生有毒气体和噪声,气化物易于收集,环保性能好;激光清洗装置操作方便,

可以远距离实时监控,并通过固体表面反射测量系统来控制清洗效果。理论上可用于水针板清洗^[5]。

4 结 论

1) 水系统中的纤维屑、微生物及其粘泥、油剂、水垢和泥沙等是堵塞水针板的主要物质,清洗的目的就是要除去沉积在水针板上的这些物质。

2) 水针板在清洗之前需要浸泡,所用浸泡液必须既能去除大部分堵塞物质,又对水针板不腐蚀或低腐蚀。

3) 高压水射流清洗技术是广泛应用的水针板清洗技术。通过高压水射流清洗时产生的冲击力和空泡作用能有效去除水针板上的污物。

4) 其它清洗技术,如超声波、激光清洗技术都是新兴的环保高效清洗技术,是未来水针板清洗技术发展的方向。

FZXB

参考文献:

- [1] 佟玉衡.实用废水处理技术[M].北京:化学工业出版社,1998.157.
- [2] 窦照英.实用化学清洗技术[M].北京:化学工业出版社,1998.63 - 65.
- [3] 陆柱.水处理技术[M].上海:华东理工大学出版社,2000.375 - 385.
- [4] 叶文玉.水处理化学品[M].北京:化学工业出版社,2002.206 - 208.
- [5] 任建新.物理清洗[M].北京:化学工业出版社,2000.46 - 52,326 - 327,432 - 435.
- [6] 梁治齐.清洗技术[M].北京:中国轻工业出版社,1998.176 - 183.