

麦草爆破浆鼓泡塔漂白试验研究

冯新利, 王三保, 李伟然, 徐敏强, 岳希明
(郑州大学化工学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 在进行了麦草爆破浆氧脱木素实验室试验的基础上, 分析了氧脱木素的影响因素, 并对鼓泡塔氧脱木素的中试流程进行管路和工艺设计, 进行试验, 取得了预期的效果, 为非木材纸浆 ECF 漂白和 TCF 漂白提供技术和理论依据。

关键词: 麦草爆破浆; 鼓泡塔; 氧脱木素; 漂白

中图分类号: X793; TQ053.3

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2008)04-0063-03

Study on bleaching of wheat straw explode-pulp in bubble column

FENG Xin-li, WANG San-bao, LI Wei-ran, XU Min-qiang, YUE Xi-ming

(School of Chemical Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The experiment for oxygen delignification of wheat straw explode-pulp is carried out in the laboratory, the influencing factors of oxygen delignification are analyzed, and the pipeline and technologic flow of oxygen delignification in the bubble column with a pilot scale is designed, and the expected result is obtained in the pilot test. And it can provide a technical and academic basis for the ECF bleaching and TCF bleaching of non-wood pulp.

Key words: wheat straw explode-pulp; bubble column; oxygen delignification; bleaching

蒸汽爆破法制浆技术是在传统的制浆技术基础上发展起来的一种新型的无污染的制浆方法。它是在汽蒸前用少量的化学药品浸渍原料, 通过短时间较高压力的汽蒸, 然后迅速释放压力, 爆破成浆。这种新型的制浆方法具有纸浆得率高、消耗化学药品用量小、纸浆质量高、制浆污染小等优点。而且中低压爆破法制浆非常适合于草类(非木材纤维)生产高强瓦楞原纸, 这为我国产麦区解决麦草出路提供了一个具有经济、社会效益和环保效益的新工艺技术。由于在爆破过程中加入了少量的(或者不加入)化学药品, 基本是利用热能和物理原理作用来分离纤维, 致使爆破浆的木素含量较高, 很难漂白。目前对爆破浆漂白的研究还很少。

自 20 世纪 60 年代末至 70 年代初, 氧脱木素技术分别在瑞典和南非应用于工业化生产以来, 在过去的 30 多年间得到了迅速发展, 现今已成为一个成熟的工艺路线并被世界造纸界广泛采用。氧脱木素技术是无元素氯漂白 (ECF) 技术和全无氯漂白 (TCF) 技术的主体工艺, TCF 是纸浆漂白技术的发展方向。所以研究这种先进的、环保的制浆漂白技术, 对解决我国造纸工业废水污染严重, 实现纸浆的少氯和无氯漂白具有重要的意义。

由于爆破法制浆的得率高, 大部分木素仍留在

浆内, 加上爆破过程为高温、高压处理过程, 能使木素结构发生氧化、裂解, 产生新的发色基团, 故浆料颜色较爆破前变深, 且随着压力的增大, 爆破浆的颜色变得越深, 漂白性就越差。目前爆破浆常用的漂白方法为 H_2O_2 漂白。北京林业大学的樊永明等^[1]研究了麦草爆破浆的漂白, 其结论是麦草爆破浆不易漂白。宋先亮等^[2]通过研究发现, 爆破工艺(压力、温度、时间)、化学药品等对原浆白度都有很大的影响, 他们用 H_2O_2 两段漂白可以使三倍体毛白杨爆破浆的白度达到 70% (ISO), 得出三倍体毛白杨爆破浆具有可漂性的结论。福建农林大学的江茂生等^[3]对从毛竹爆破浆 H_2O_2 漂白的研究中得出结论: 太高的反应温度和延长反应时间或采用二段漂白, 纸浆白度的增值有限。陕西科技大学造纸工程学院的李鸿魁等^[4]对杨木爆破浆进行研究, 得出对杨木蒸汽爆破浆 (SEP) 采用 H_2O_2 漂白工艺是可行的结论。笔者在对麦草爆破浆进行氧脱木素的实验基础上, 设计了中试流程的管路布置和工艺, 为麦草爆破浆无氯漂白的工业化提供依据。

1 麦草爆破浆小试试验的研究成果

小试试验氧脱木素均在高压搅拌反应釜里进行, H_2O_2 漂白过程在烧杯中进行。试验得出单段氧

收稿日期: 2007-12-04

作者简介: 冯新利 (1982-), 女, 硕士生; 王三保 (1956-), 男, 副教授, 硕士生导师, 主要从事绿色制浆造纸工艺与设备方面的研究, 通讯联系人, 0371-63887306, fengxinli1982@163.com。

脱木素的最佳工艺是:用碱量 14% (质量分数), 氧气压力 0.8 MPa, 温度 130 ~ 140℃, 镁盐保护剂硫酸镁 0.5% (质量分数), 可以实现纸浆白度增值 25% ~ 30% (ISO) 和 60% ~ 70% 的纸浆得率。H₂O₂ 漂白最佳工艺条件是: 温度 80℃, 漂白时间 60 ~ 80 min, H₂O₂ 质量分数在 3% ~ 4%, 分段不宜超过 2 段, 纸浆白度增值 27% (ISO) 左右。H₂O₂ 漂白前应进行预处理, 尽可能除去 Ca²⁺、Mn²⁺ 等金属离子。

麦草爆破浆原浆白度为 8.3% (ISO), 进行过氧化氢漂白条件为: 用氯量 10% (质量分数), 温度 85℃, pH 为 10.5 左右; 浆质量分数 10%, 加入次氯酸钠漂液反应 15 min 后加入质量分数 2% 的 H₂O₂ 漂液, 再进行 1 h 漂白。4 段段间进行洗涤, 漂白后白度可达到 70% (ISO) 以上^[5]。

麦草爆破浆原浆白度为 8.3% (ISO), 进行 H₂O₂ 漂白时, 适宜的漂白条件是: H₂O₂ 用量为 11% (质量分数), pH 为 11, 温度为 80℃, 时间为 90 min, 浆质量分数 10%, 白度可达到 70% (ISO)^[6]。

麦草爆破浆原浆白度为 8.3% (ISO), 使用非木浆 OQP 流程漂白, 2 段氧脱木素和 2 段过氧化氢漂白, 中间进行熬合处理, 段间进行充分洗涤, 总用碱量 17% (质量分数), 过氧化氢用量 4% ~ 5% (质量分数), 最终白度可达到 74.1% (ISO)^[7]。

麦草爆破浆原浆白度为 8.3% (ISO), 采用强化的 OQP 漂白流程, 当 H₂O₂ 质量分数为 5% ~ 10% 时, 可将纸浆漂至 32% ~ 39% (ISO), 纸浆得率为 56% ~ 61%。加入一段的过氧化氢漂白, 纸浆的白度可以提高到 62% ~ 65% (ISO)。

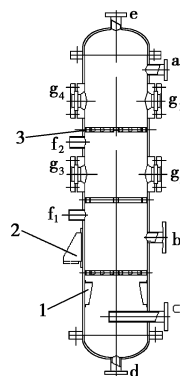
通过以上的小试试验, 可以看出 OQP 漂白是一种很有前途的且适于麦草爆破浆无污染漂白的有效的方法。根据上述试验结果, 笔者设计了一个中试试验, 为进一步的工业化提供依据。

2 中试氧脱木素的设备——鼓泡塔

鼓泡塔是气液两相进行质量、动量和能量传递及化学反应的重要设备, 它具有相际接触面积大、液体持有量多、传质和传热效率高、结构简单、操作稳定等特点, 并具有在高温、高压下处理腐蚀性和有毒性气体的能力, 在石油化工、化工、生物化工等领域中得到广泛应用。

笔者选择氧脱木素在鼓泡塔中进行。鼓泡塔反应器可以连续操作也可半间歇操作, 如气体连续鼓入, 液体分批加入和取出。并且鼓泡塔和填料塔相比, 完成相近的传热和传质负荷, 鼓泡塔的蒸汽利用

程度比填料塔高, 且操作弹性、设备堵塞等方面均优于填料塔^[8]。故氧脱木素试验选择在鼓泡塔中进行。鼓泡塔结构如图 1 所示。



1—内支承; 2—耳座; 3—栅板
管口: a—进料口; b—取样口; c—出料口;
e—出气口; f₁₋₂—温度计接口; g₁₋₄—视镜

图 1 鼓泡塔结构简图

2.1 气体分散器——栅板的设计

鼓泡塔的内件是整个鼓泡塔的重要组成部分。内件的作用是为了保证气液更好的接触, 以便发挥鼓泡塔的最大效率和生产能力。因此内件性能的好坏直接影响到鼓泡塔性能的发挥和整个塔的效率。鼓泡塔的内件——栅板的结构如图 2 所示。

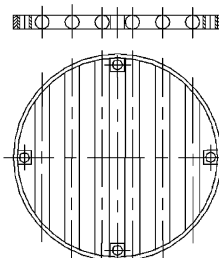


图 2 栅板的结构示意图

栅板最主要的作用就是为了将气泡分散, 使气泡更均匀、充分地跟纤维接触, 提高液相(氧气)的利用率。氧气被分散成极细的气泡, 增加了与纤维的接触面积, 加速了氧气的传质作用, 较好地满足了氧脱木素的要求。塔内的鼓泡情况可以用调节栅板间的距离和方向来改善。

2.2 氧气进口管的设计

在氧脱木素试验中, 氧气与纤维的接触良好与否是漂白试验最关键的影响因素。故可以将气体进口管设计成带气孔的盲管, 进气时, 气体在压力的作用下从气孔被“吹入”液相中, 产生气泡, 在气泡上升的过程中, 完成气、液两相的传质。这样设计的目的就是为产生大量的小气泡, 使气相分散在液相中,

与液相充分接触,甚至一些小的气泡在上升的时候还可以附着在纤维上,使反应更充分进行。进气管结构示意图见图3。

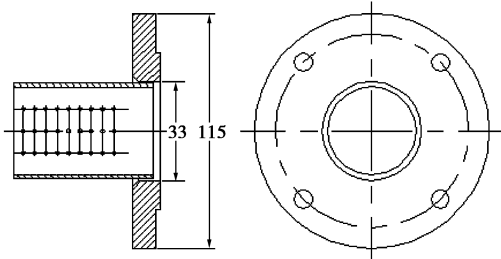


图3 进气管示意图

3 工艺流程

3.1 流程的设计

麦草爆破浆鼓泡塔氧脱木素的工艺流程如图4所示。该流程最初是侯氏制碱的工艺流程,后来也被用于合成氨工艺上,笔者将其运用于麦草爆破浆漂白试验,主要有2个原因:①工艺上合理,氧脱木素是慢反应,鼓泡塔中气、液接触时间较长,串联鼓泡塔可以延长氧气与纤维的反应时间,使反应充分进行;②原料的利用率高,串联鼓泡塔延长了氧气与纤维的反应时间,也就提高了氧气的利用率,充分利用了原料。

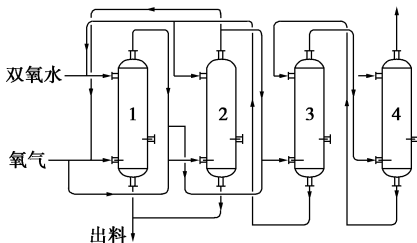


图4 氧脱木素试验流程示意图

麦草爆破浆在进行氧漂时:氧气流经各鼓泡塔顺序依次是1#、2#、3#、4#,1#鼓泡塔作为主塔,等氧漂和 H_2O_2 漂白进行完毕后,对1#塔进行卸料,做相应指标的分析。然后将3#塔的物质用泵打入1#塔,将4#塔的物质装入3#塔,4#塔重新装料后进行漂白。氧气流经各塔的顺序为2#、1#、3#、4#,2#塔作为主塔进行漂白,完成之后进行卸料,然后将3#塔的物质装入2#塔,4#塔的物质装入3#塔,4#塔重新装料进行漂白。依次变换工艺条件,循环进

行各步反应。

3.2 试验结果

按照上面的方法和注意事项,笔者在实验室安装了此漂白流程并进行试验,4个鼓泡塔的尺寸均为 $\Phi 219 \text{ mm} \times 2000 \text{ mm}$,主塔中浆质量分数3%~5%,氧气压力(塔顶)为0.5 MPa,塔内温度 100°C 左右,化学品用量为:NaOH用量6%, $MgSO_4$ 用量0.5%,漂白时间80 min,白度增值达到了20% (ISO),纸浆的得率为55%~60%,结果与小试试验的结果相差不大,达到了预期的效果。

4 结语

虽然氧脱木素已经有30多年的发展历史,并已经成为一个成熟的工艺路线,但我国到目前还没有非常广泛地应用于工业生产,它的研究大多数还是在实验室阶段,而且浆种大都限于化学浆,对爆破浆的研究极少,最主要的原因是经济上的合理性。而对于爆破浆这种高得率的浆,由于其木素含量较高,必须进行脱木素处理,否则后段漂白负担太重。在中国,纸浆氧脱木素工业化仍处于尝试阶段,许多问题还有待于实践中发现和解决,并不断进行改进和完善。笔者尝试对麦草爆破浆的无氯漂白进行了中试试验,为非木材浆ECF和TCF进一步工业化提供了技术和理论依据。

参考文献

- [1] Fan Y M, Lai W H, Pan D R, et al. Study on the bleachability of exploded pulp from wheat straw[J]. Journal of Beijing Forestry University(English Edition), 1997, 6(1): 79-86.
- [2] 宋先亮, 赖文衡, 潘定如, 等. 三倍体毛白杨爆破浆的可漂性研究[J]. 北京林业大学学报, 2000, 22(6): 55-58.
- [3] 江茂生, 陈礼辉. 毛竹爆破浆 H_2O_2 漂白的研究[J]. 陕西科技大学学报, 2003, 21(3): 10-15.
- [4] 李鸿魁, 李佩慈. 杨木爆破浆漂白性能的试验[J]. 中华纸业, 2004, 25(5): 36.
- [5] 汤伯歌, 王三保, 岳希明, 等. 非木材汽蒸爆破浆HP漂白的研究[J]. 中华纸业, 2006, 27(6): 40-42.
- [6] 汤伯歌, 王培萍, 杨艳明, 等. 汽蒸爆破麦草浆 H_2O_2 漂白的研究[J]. 湖南造纸, 2007(1): 11-13.
- [7] 丁光俊, 王三保, 王培萍, 等. 麦草爆破浆OP漂白的研究[J]. 上海造纸, 2007, 38(2): 13-15.
- [8] 王亦飞, 贺必云, 于广锁, 等. 鼓泡塔内热质同时传递过程研究[J]. 化学工程, 2005, 33(2): 22-25. ■

欢迎订阅《现代化工》, 全年定价144元, 邮发代号82—67。