

新型餐厨垃圾预处理设备的设计开发研究

刘悦*, 巴智勇, 刘景伟, 高云峰, 王敬贤, 张继琳
(北京京城环保股份有限公司, 北京 100027)

摘要:介绍了同时实现分选、破碎和制浆的一种新型餐厨垃圾预处理设备。实践证明,该设备处理效果良好,同时具有杂质去除率高达 90%、不易引起管路堵塞、占地面积小、适合中国餐厨垃圾预处理的优点。

关键词:餐厨垃圾;预处理;分选;破碎;制浆

中图分类号:X705

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2017)12-0164-03

DOI:10.16606/j.cnki.issn 0253-4320.2017.12.039

Design and development of new kitchen scraps pretreatment equipment

LIU Yue*, BA Zhi-yong, LIU Jing-wei, GAO Yun-feng, WANG Jing-xian, ZHANG Ji-lin
(BMEI Co., Ltd., Beijing 100027, China)

Abstract: This paper introduces a new type of kitchen scrap pretreatment equipment that can integrate functions of sorting, crushing and pulping. It is proved in actual use that this equipment can give a good treatment effect. Moreover, this equipment can achieve more than 90% of impurity removal rate and has advantages such as not easy to cause pipeline blockage, small land occupying area and suitable for the pretreatment of Chinese kitchen scraps.

Key words: kitchen scraps; pretreatment; sorting; crush; pulping

餐厨垃圾^[1]以淀粉、食物纤维、动植物脂肪等有机物质为主要成分,由肉类、鱼类、水果、蔬菜、谷类、骨类、加工食品类等组成。和一般居民生活垃圾及工业生产垃圾不同,餐厨垃圾具有危害性和资源性并存的特点。

我国餐厨垃圾成分复杂,经常混有很多塑料袋、饭盒、筷子、金属等杂物,预处理难度很大^[2]。为此,本文中研究了新型餐厨垃圾预处理设备,该设备集搅拌、混合、粉碎、制浆、分选、除杂于一体,能够有针对性地去除各种杂质,处理效果良好,非常适合我国餐厨垃圾的预处理。

1 餐厨垃圾预处理设备现状

近年来,越来越多的餐厨垃圾项目投入运行,其中有很多项目由于预处理工序的不顺畅而导致餐厨垃圾项目不能顺利运行^[3-6]。尤其对于大中型的餐厨垃圾处理项目,多以厌氧消化产沼气为处理工艺,必须通过破碎、分选等预处理环节将处理后的物料粒径控制在一定粒径以下,高效去除杂质,满足后续

处理工艺的要求。

市场上针对餐厨垃圾预处理系统的研究很多,但目前国内还没有成熟、高效的餐厨垃圾预处理工艺及设备。主要原因在于我国餐厨垃圾成分复杂,经常混有废餐具、牙签、餐纸、刀、塑料袋等杂物,轻重物质混合,流体与固体物质混合,大小及不同形状物质混合,有机物与非有机物混合,破碎、分离的难度较大。目前的餐厨垃圾项目中主要以破碎机作为主要的预处理设备,常见的有卧式双辊多刀剪切式破碎机、卧式单辊多刀切断式破碎机和立轴多链锤破碎机。

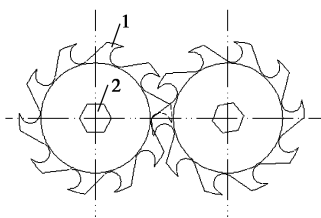
1.1 卧式双辊多刀剪切式破碎机

该破碎机双辊上带有一定厚度的刀盘,两辊上的刀盘互相交错,形成相互咬合的状态,有缺口的切料空间在每个刀盘的圆周上等距分布,当 2 个刀辊对滚时,物料会被切断挤压在刀盘等距分布的切料空间中,在双辊的连续滚动下,物料会从双辊的上部向下通过到双辊的下部,再被甩出,从而完成破碎。结构原理如图 1 所示。

收稿日期:2017-06-09

基金项目:北京科委生物燃气及循环农业科技促进培育项目(Z15110500110000)

作者简介:刘悦(1985-),女,硕士,工程师,研究方向为餐厨垃圾处理,通讯联系人,liuyue103@126.com。

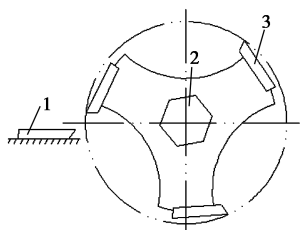


1—刀盘;2—轴

图1 卧式双辊多刀剪切式破碎机破碎原理示意图

1.2 卧式单辊多刀切断式破碎机

这种破碎机单辊上有一串刀盘,每个刀盘上等距分布有缺口的切料空间,各刀盘相错一定的角度,此组刀盘为动刀,另外,在装置中装有定刀,动刀旋转时与定刀咬合起切断作用,物料通过动刀旋转时与定刀咬合被切断破碎。结构原理如图2所示。

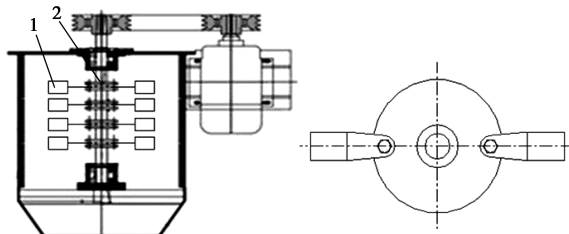


1—定刀;2—轴;3—动刀

图2 卧式单棍多刀剪切式破碎机破碎原理示意图

1.3 立轴多链锤破碎机

立轴多链锤破碎机圆筒体内放置1根立轴,立轴上有1排带有链条连接的重锤,立轴旋转带动重锤旋转,重锤撞击从上部落下的物料,使物料破碎。结构原理示意图及链锤连接示意图如图3所示。



1—链锤;2—轴

图3 立轴多链锤破碎机结构原理示意图及链锤连接示意图

1.4 小结

卧式双辊多刀剪切式破碎机与卧式单辊多刀切断式破碎机的相同之处在于,由于刀盘上等距分布

的切料空间的尺寸是固定的,所以破碎粒度的大小不能调整。同时,因为刀片之间存在一定的间隙,不能用来破碎大量塑料袋等薄膜类物料,设备长时间运行会形成缠绕,薄膜类物料不容易被排出。立轴多链锤破碎机在运行一段时间后,塑料类物质也会缠绕在立轴上,使设备无法运行。

考虑如上情况,本文中设计了分选破碎制浆一体机,并以本公司餐厨垃圾项目为依托进行了大量的中小试试验。

该设备通过高速转轴上特殊布置的锤片,实现餐厨垃圾的破碎。为了减少输送过程中的卡堵,设计中考虑设置锤片迎风角,同时使锤片螺旋分布,将不能再破碎的杂质物料运送到杂质出口,实现杂质物料的分选。在锤片多次敲打作用下,有机物料粒径被破碎到筛板筛孔粒径以下,从筛孔排出,达到制浆的目的。

2 分选破碎制浆一体机结构原理

分选破碎制浆一体机由卧式半圆筒形上盖和长方形下筒体组成。筒体内安装有横向半圆筒形带筛孔筛板和由轴承支撑在筒体两端的水平破碎转轴,破碎轴上分布有一定数量的锤片。转轴一端与安装在筒体外的皮带轮连接,另一端与安装在筒体外的轴承固接。餐厨垃圾由筒体的一端进入,破碎后可按要求分别从筛上物和筛下物出口排出。

如图4所示,锤片在破碎转轴上呈 360° 分布安装,轴上每一个垂直面到下一个垂直面锤片径向布置角度为 β ($0^\circ \leq \beta \leq 360^\circ$),锤片沿轴向呈双螺旋状;电机通过皮带轮使水平轴高速旋转带动轴上销轴连接的锤片,物料经不同锤片不同角度的撞击破碎后,重物料由径向甩出,小于半圆形筛板筛孔时由筛下物出口排出,如浆液;大于筛孔的重物料,如骨头、小木块、易拉罐、碎瓷片等继续和锤片发生碰撞、粉碎,多次循环之后,不能再被粉碎的大粒径重物杂质在双螺旋式锤片结构的推动作用,由筛上物出

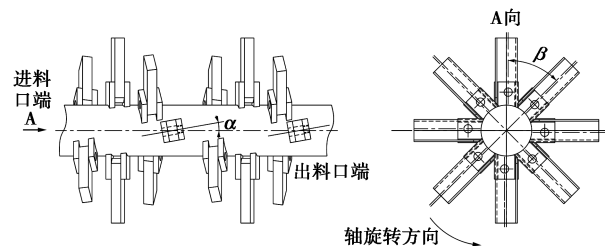
迎风角 $\alpha=0^\circ \sim 45^\circ$,不同垂面锤片夹角为 $\beta=0^\circ \sim 360^\circ$

图4 锤片安装在轴上的位置分布及旋转方向

口排出。同时,轻物料如泡沫、塑料等也被多次破碎,在轴向流动的风力吹动作用下,轻质物料从筛上物出口排出。从而实现了有机物料、重物杂质、轻质杂质的分离。

锤片的布置方式可以将无机杂质输送到杂质出口排出,由于锤片平面与旋转方向之间有一定的迎风角 $\alpha (0^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ)$,如图 4 所示,在轴旋转时锤片会产生一定强度的风力,每个锤片产生的风力在筒体内使轻质物质随气流排向筛上物出料口,这样可避免小于一定尺寸的薄膜类缠绕物缠绕在水平轴和锤片上,消除了原有破碎机易缠绕易卡堵等缺陷。

3 分选破碎制浆一体机特点

3.1 破碎轴为特殊双螺旋式锤片结构

双螺旋式破碎锤片主要有以下 4 个作用:①锤击物料,使物料破碎;②迎风角的设计使锤片转动时产生一定强度的轴向空气流动,带动轻质物料(泡沫、塑料等)由筛上物出口排出;③双向螺旋排列锤片高速旋转推动大粒径重质杂质,如小骨头、小木块等由筛上物出口排出;④锤片可以绕销轴自由摆动,避开大物料,避免卡死堵滞。

3.2 设备集分选、破碎、制浆功能于一体

该设备集破碎、输送、吹风等功能于一体,同时实现搅拌、混合、粉碎、制浆、分选、除杂的作用,极大地提高处理效率,优化处理结果,降低运行成本。

为提高设备的安全使用性能,在设备设计时还特别考虑如下几个方面的内容:①上盖做成分体式,利于维护拆卸;②设置上盖耐磨板,延长使用寿命;③破碎轴系的轴一端固定,一端游动,既避免轴在轴向串动,用时也对长轴长时间的运行受热伸长留有一定空间量;④增加检修口,维修方便;⑤设置加水管,当物料太干,或者由于温度较低油脂凝固后,通过加水管在物料中加水,可提高物料的流动性;⑥设置开盖安全保护,防止发生意外事故。分选破碎制浆一体机结构如图 5 所示。

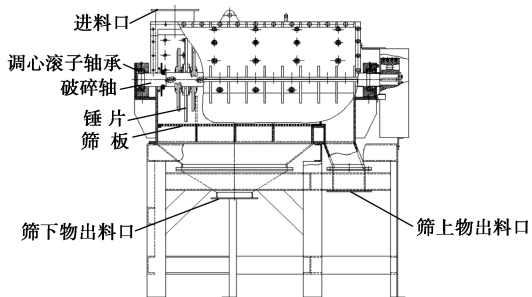


图 5 分选破碎制浆一体机结构图

4 分选破碎制浆一体机的实际应用

进料餐厨垃圾成分复杂,有机物料中混入纸板、饮料瓶、餐盒、筷子、塑料袋等多种杂质,如图 6 所示。物料经螺旋输送机输送进入分选破碎制浆一体机内,经高速旋转锤片将有机物料部分打成浆料,浆料经过筛板从筛下物出口排出,杂质部分(骨头、砖头、塑料等)从筛上物出口被甩出。



图 6 进料餐厨垃圾

从图中可以看出,餐厨垃圾物料中的有机物料被打碎、制浆,物料粒径较小,杂质去除率在 90% 以上,效果良好。打浆后的物料如图 7 所示。分选出



图 7 破碎后的浆料

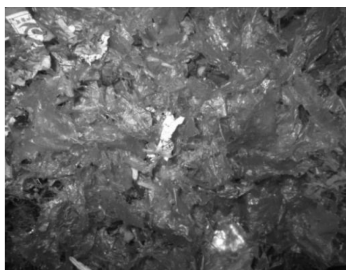


图 8 筛分出的轻质杂质



图 9 筛分出的重质杂质

1.3 实验方案

(1) 在气液相平衡釜中装入适量的乙酸乙酯-正庚烷的混合溶液,保持操作条件稳定,一段时间后,从气相取样口采出气相,液相取样口采出液相,使用气相色谱仪测定组成。

(2) 在气液相平衡釜中装入适量的乙酸乙酯-正庚烷的混合溶液,加入萃取剂 *N*-甲基吡咯烷酮,保持操作条件稳定,一段时间后,从气相取样口采出气相,液相取样口采出液相,使用气相色谱仪测定组成^[9]。

1.4 实验结果与讨论

1.4.1 乙酸乙酯-正庚烷的气液平衡关系

利用气液平衡实验装置测定大气压下的乙酸乙酯-正庚烷二元共沸物系的气液平衡数据,图 1 为未加入萃取剂时乙酸乙酯-正庚烷气液平衡相图。 x 、 y 分别为乙酸乙酯在液相、气相中的摩尔分数。

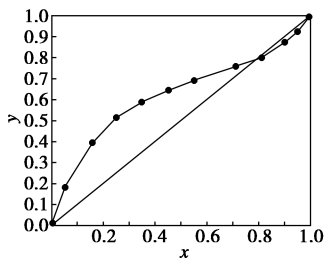


图 1 乙酸乙酯-正庚烷气液平衡相图

1.4.2 加入萃取剂 *N*-甲基吡咯烷酮后乙酸乙酯-正庚烷的气液平衡关系

按照物质的量之比为 1.0 加入萃取剂 *N*-甲基

(上接第 166 页)

的塑料等杂质含水率低,带走的有机质很少;处理前的塑料袋、各种塑料瓶、一定尺寸的木板等,经过破碎后形成了较小尺寸的片削;骨头、贝壳及易拉罐等特殊杂质经筛分后,骨头被打碎成粒径在 1.0~1.5 cm 的骨渣,易拉罐敲击变形后成球块,在双螺旋锤片的推动作用下从筛上物出口排出。出料后的轻重杂质如图 8 和图 9 所示。有效验证了该设备对软质塑料及硬质的大块物料的处理能力可以达到预期效果。

5 结语

餐厨垃圾预处理系统的设计直接影响到后续主体工艺的设计和运行效果。分选破碎制浆一体机可以最大限度地除去不利于反应进行的物料杂质,满足后续主体工艺对物料性能、性状的要求。其独特

吡咯烷,利用气液平衡釜测定大气压下的乙酸乙酯-正庚烷二元共沸物系的气液平衡数据,图 2 为加入萃取剂 *N*-甲基吡咯烷酮后乙酸乙酯-正庚烷气液平衡相图。 x 、 y 分别为正庚烷在液相、气相中的摩尔分数。

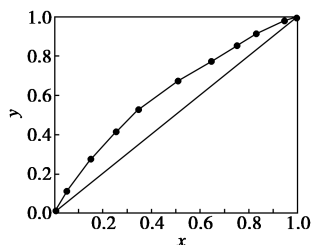


图 2 加入萃取剂 *N*-甲基吡咯烷酮的乙酸乙酯-正庚烷气液平衡相图

由图 1 与图 2 的对比可知,萃取剂 *N*-甲基吡咯烷酮可以有效打破乙酸乙酯-正庚烷二元体系共沸,显著增大了两者的相对挥发度。乙酸乙酯-正庚烷气液平衡实验结果提示,使用 *N*-甲基吡咯烷酮作为乙酸乙酯-正庚烷二元共沸体系萃取剂是有效的。

2 乙酸乙酯-正庚烷间歇萃取精馏实验

2.1 实验装置

实验采用常规的间歇萃取精馏装置。

2.2 实验方案

(1) 在塔釜中加入调配好的乙酸乙酯-正庚烷溶液,检查各个阀门,确保循环冷凝水一直处于流动状态。

结构的分选、破碎、制浆的特点,非常适合我国餐厨垃圾的预处理,杂质去除率高,不易引起管路堵塞,同时集搅拌、混合、粉碎、分选、制浆、除杂等工艺于一体,占地面积小,是未来餐厨垃圾预处理工艺的理想选择。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部.CJJ 184—2012.餐厨垃圾处理技术规范[S].
- [2] 陈必鸣.餐厨垃圾预处理技术综述[J].环境卫生工程,2015,23(5):10-12.
- [3] 王丹阳,弓爱君,张振兴,等.北京市餐厨垃圾的处理现状及发展趋势[J].环境卫生工程,2010,18(2):24-26.
- [4] 魏小凤,孙伟伟,王冠平,等.我国餐厨垃圾处理市场现状分析[J].环境卫生工程,2016,24(2):28-30.
- [5] 宋立杰,毕珠洁,邵俊,等.我国餐厨垃圾处理现状及对策[J].环境卫生工程,2014,22(2):29-32.
- [6] 吴修文,魏奎,沙莎,等.国内外餐厨垃圾处理现状及发展趋势[J].农业装备与车辆工程,2011,(12):49-52,62. ■