

设计连续产品的纺织废料切碎机

Mokh Afifuddin¹, Dedy Harianto¹, Sugiyarto¹, Bambang Yulianto¹, Yulius Sarjono Eddy¹, Ahmad Darmawi²

1. 苏拉卡尔塔纺织和纺织产品工业社区学院 印度尼西亚 苏拉卡尔塔 57126
2. 塞贝拉斯-马雷特州立大学 印度尼西亚 苏拉卡尔塔 57126

摘要: 纺织和纺织产品行业是制造业的支柱性商品之一，也是国民经济发展的推动力。像任何生产过程一样，纺织品生产过程也会产生废物或残留物质，称为纺织品废料。同样，服装、裁缝、时装、服饰和对流活动的影响，其中之一就是拼布废料。拼布废料处理不当，将导致废料产生，进而对环境的污染产生影响。目前缺少可以处理纺织废料的工具，导致纺织废料的处理效果不理想。本研究试图设计一个碎布机，用来将大块破布的残骸粉碎成小块的布。这样，织物垃圾的包装就更容易、更有效，此外。它还可以作为其他产品的原料，这样就可以减少污染环境的织物垃圾。开发的纺织废料切碎机的模型和设计可以根据自己的意愿选择切割出的拼布大小。希望这项研究的结果能对推动技术的发展和进步和适当。这台纺织废料切碎机的设计将为纺织服装行业提供一个实用的解决方案和零废料工艺。

关键词: 设计；高效；拼布废料；技术；零废物

Designing textile waste shredder machine for continuous product

Mokh Afifuddin¹, Dedy Harianto¹, Sugiyarto¹, Bambang Yulianto¹, Yulius Sarjono Eddy¹, Ahmad Darmawi²

1. Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil Surakarta, Surakarta 57126, Indonesia
2. Universitas Negeri Sebelas Maret, Surakarta 57126, Indonesia

Abstract: The textile and textile products industry are one of the mainstay commodities of the manufacturing industry as well as a driving force for national economic development. Like any production process, the textile manufacturing process also produces waste or residual substances called textile waste. Likewise the impact of the activities of garment, tailor, fashion, apparel and convection, one of which is patchwork waste. If the patchwork waste is not handled properly, it will result in waste generation which will have an impact on pollution in the environment. Lack of tools that can treat textile waste, resulting in less optimal handling of textile waste. This research is trying to make a design of a cloth shredding machine that is used to crush the remains of large rags into small pieces of cloth. Thus the packaging of fabric waste is easier and more efficient, besides that it can also be used as raw material for other products so that it can reduce fabric waste that pollutes the environment. In developing the model and design of a textile waste shredding machine, this shredding machine will cut the patchwork which can be sized according to your wishes. It is hoped that the results of this research will contribute to the development, advancement and appropriate technology. The design of this textile fabric waste shredder will provide a practical solution and zero-waste process in a textile and garment industry.

Keywords: design; efficient; patchwork waste; technology; zero-waste

1. 引言

纺织及纺织产品行业是制造业的支柱性商品之一，也是国民经济发展的动力。众所周知，工业部门的出口额趋势是优先发展目标，因为它在国民经济中具有战略

作用，即作为外汇的贡献者，吸纳了大量的工人，以及作为满足国家服装需求所依赖的产业（工业部，2013）。作为一般的生产过程，纺织品制造过程也会产生废物或残余物质，称为纺织品废物。同样地，服装、裁缝、时

装和对流活动的影响也会产生废物,其中之一就是拼布废料。拼布废料处理不当,将导致垃圾堆积,对环境污染产生影响(Ayo, Olukunle, & Adolabu, 2017)。而废旧纺织产品的特性是难以被降解,也很难与自然环境融合,燃烧时将污染空气;它在一定时期内可能损害土壤中的生物体,堵塞排水管,造成洪水(Santoso, Muttaqin, & Widiyanti, 2017)。

然而,如果通过适当的处理过程来管理,纺织废料可以作为一种商品来开发,具有潜在的经济价值。由于缺乏能够处理纺织废料的工具,导致纺织废料的处理效果不理想。为了克服这个问题,需要一种可以帮助克服和利用纺织废料的创新。其中一项工作是利用技术来管理纺织废料,可以减少环境污染。

因此,这项研究试图设计一个碎布机,用来把大块的废布切碎或粉碎成小块的布,从而使布匹垃圾的包装更加年轻化和高效化。此外,它可以自动帮助克服现有的织物垃圾问题,使其可以作为其他产品的原料,这样就可以减少污染环境的织物垃圾。

在设计废物破碎机或粉碎机方面已经开展了一些研究,以尽量减少环境污染的废物。Rajagukguk (2013)对塑料破碎机的设计进行了分析,该机器设计产能为30公斤/小时,6次。Restu (2013)在巴淡州立理工学院设计了一台具有简单控制系统的内部规模的自动垃圾分类和破碎机。Sutono (2014)设计了一个垃圾粉碎系统,并对自动清洗机进行了案例研究。Khoider等人(2018)对围绕汽车破碎机残余物的生产和处理进行了研究。这些研究可以作为参考或借鉴,以促进更好的发展。其中之一是开发一种可以用来切碎不止一种产品的粉碎机,例如,它既可以切碎织物,也可以切碎其他材料,如聚苯乙烯、泡沫等。切碎的织物就可以根据需要作为其他产品的原料使用。

我们希望这项研究的结果能对印度尼西亚国家的发展、进步和福祉做出贡献。贡献的形式是使纺织公司的织物废料被回收为其他产品的原料,从而创造一个比织物废料更清洁的环境。

2. 研究方法

这项研究是一项应用研究。用于实现这些结果的方法是设计和测试或直接在现场进行实验。本研究的产品是一个织物废料切碎机的设计,以帮助减少服装生产或对流中的织物废料造成的环境污染,特别是在苏拉卡尔塔地区。

使用的方法包括描述性和评价性方法。描述性方法是用来收集现场存在的条件。评价性方法是用来评价纺

织废料切碎机模型的可行性。通过产品评估和试用过程,希望能收集到关于使用所开发的纺织废料切碎机设计模型的优缺点的意见。

该过程和数据收集活动按以下顺序进行:

- 1) 与切碎机有关的文献研究,包括布、塑料和纸张。
- 2) 对拼布废料加工行业进行深入访谈,其中废布粉碎的原料是产品的主要原料。
- 3) 对该行业进行调查和采访,了解拼布废料产生的可能性,是否需要这种切碎机解决方案。
- 4) 设计驱动系统和碎布方法。
- 5) 测试工具。

3. 讨论

为了设计驱动系统,需要织物抗撕裂强度测试数据,采用梯形法进行测试。在20个织物样品的进料方向和经线上进行测试。使用Elemendofit撕裂试验机fx 3570在进料方向上的撕裂强度测试结果为4.77 kgf,在经线方向上的数值是4.45 kgf。

碎布法采用的是切布工艺,即被切的布通过两把形成一定角度的刀片(固定刀片和移动刀片),由于移动刀片随着轴的运动而旋转,会使通过两把刀片的布被切开。移动刀片的数量是三把,放置在一个金属盘里,而固定刀片的数量是两把,连接在斩拌机的中间。切割刀的设计如下。

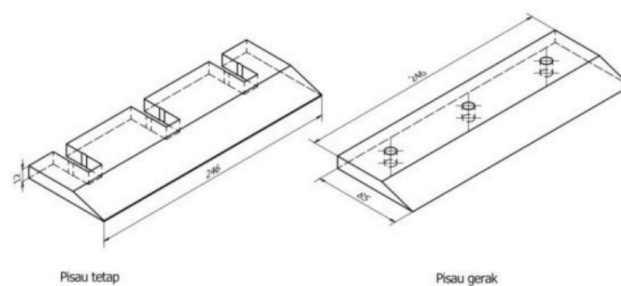


图1 固定刀片和移动刀片设计

碎布机部分与一个矩形板体相连,连接一根实心轴,由两块圆盘状的板组成,作为容纳移动刀片的支架。刀架使用焊接接头与盘形板连接。有三个刀架连接在盘形板上。作为切割刀支架的盘形设计如下。

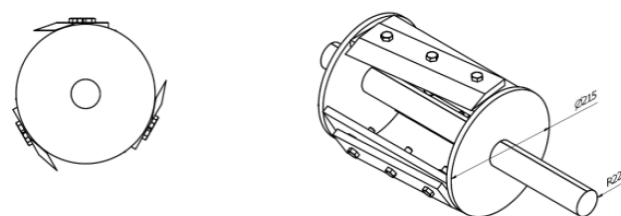


图2 切割刀支架盘

表1 切割刀规划数据

材料	S30C 碳钢
直径	215 mm ; 107.5
刀长	246 mm
刀宽	2 mm
固定刀片数量	2把
移动刀片数量	3把
一把刀的横截面积	2 mm × 246 mm = 492 mm ²
总横截面积 (A)	492 mm ² × 5 = 2460 mm ² = 24.6 cm ²
织物抗撕裂强度值	4.77 kgf/cm
刀片转速	150 rpm

设计完切割刀后, 下一步是设计轴、钉子、轴承木、滑轮和绳子。下面讨论每个设计阶段:

1) 切割刀力度 (F):

$$\begin{aligned}
 F &= A \times F_s \\
 &= 24.6 \text{ cm}^2 \times 4.77 \\
 &= 117.342 \text{ kgf} \\
 &= 1149.952 \text{ N} \\
 &= 1150 \text{ N}
 \end{aligned}$$

在获得切割力度后, 可以用以下公式求出刀上的扭矩值:

$$\begin{aligned}
 T &= F \times r \\
 &= 1150 \text{ N} \times 0.1075 \text{ mm} \\
 &= 123.625 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

2) 电力需求规划

切割刀的功率要求可通过以下公式计算:

$$\begin{aligned}
 P &= H \times (2\pi \cdot n) / 60 \\
 P &= 123.625 \text{ Nm} \times (2 \times 3.14 \times 150) / 60 \\
 P &= 770.6 \text{ Watt} = 0.77 \text{ KW}
 \end{aligned}$$

根据上述计算, 选择了一个功率为1 KW的单相电动机。

3) 轴和钉子的设计

传送的功率和转速为 $P = 0.77 \text{ KW}$, $n = 150 \text{ rpm}$ 。

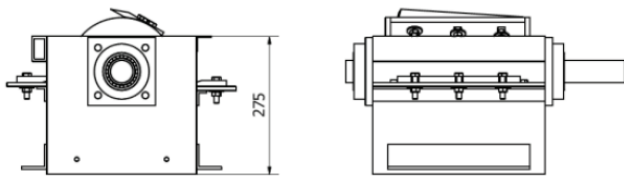


图3 斩拌机板体

该机器的粉碎机与一个矩形板体相连, 连接一个实心轴, 由两个盘状板组成, 其功能是放置移动刀架。连接在刀架上的移动刀片可以向右或向左定位。

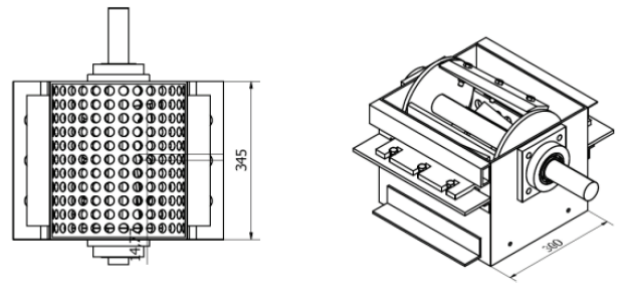


图4 切碎机的中间部分

在切碎机的底部, 安装了一个孔径为20毫米的半圆形穿孔板。这个半圆孔板的功能是过滤碎片织物。

4) 校正系数的选择

选择的校正系数 (F_c) 为1.0, 因为需要的最大功率是正常功率 (Sularso & Suga, 1987)。

5) 功率计划

计划的功率数值可以用以下公式得到:

$$\begin{aligned}
 P_d &= F_c \times P \\
 &= 1.0 \times 0.77 \text{ KW} \\
 &= 0.77 \text{ KW}
 \end{aligned}$$

6) 计划的扭转力矩

可能发生的扭转力矩可通过以下公式计算:

$$\begin{aligned}
 T &= 9.74 \times 10^5 \frac{P_d}{N_1} \\
 &= 9.74 \times 10^5 \frac{0.77}{150} \\
 &= 12602.99 \text{ Kg.mm}
 \end{aligned}$$

7) 扭转力矩的修正系数

扭转校正系数 K_t 取值为1.0到1.5, 因为运行时, 轴会经历一点冲击或撞击载荷。弯曲系数 (C_b) 取值为1.2到2.3, 因为当轴运行或旋转时, 会发生弯曲载荷 (Nur & Suyuti, 2017)。

8) 轴的直径

轴的直径 (d_s) 可通过以下公式得到。

$$\begin{aligned}
 d_s &= \left[\frac{5.1}{6.15} 1 \times 1.5 \times 12602.99 \right]^{\frac{1}{3}} \\
 d_s &= 45 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

9) 上部框架

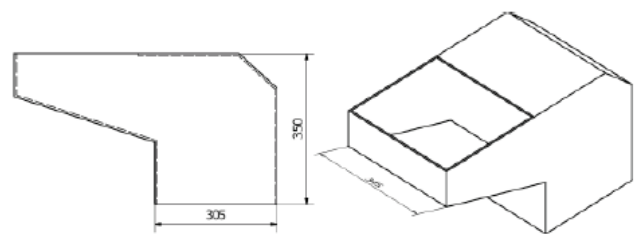


图5 上部框架

顶部的漏斗作为纺织面料废料的入口孔。孔的位置

做了一个 10° 的倾斜,这样进入孔的纺织废料就不会直接落入孔中。

10) 底部框架

下面的部分是作为承接碎布地方。板的位置是以 35° – 40° 的坡度制作的,以便切碎的纺织废料能够立即落下并进入收纳处。

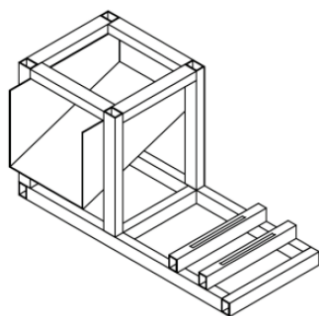


图6

部件制成后,将其组装成一个紧凑和易于使用的切碎机。第一阶段是将发动机切碎机安装在机架上。在切碎机的外侧,安装一个大皮带轮作为动力延续部件。之后再采用铰链连接安装上面的漏斗,这样这个上层漏斗可以很容易地打开和关闭,其目的是方便用户清洗内部。此外,安装一个容量为1 HP的电动马达,与切碎机轴上的滑轮和绳索相连。这个滑轮和绳索的功能是降低电动马达的旋转速度。

各部分的零件安装如下图所示。

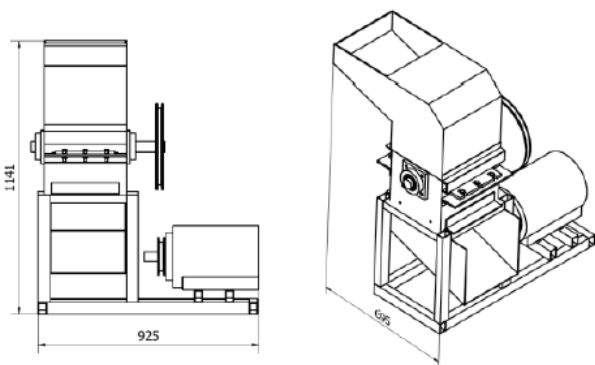


图7 切碎机的总体平面图

这种机器设计的工作原理非常简单,粉碎的运动是由电动机产生的旋转获得的。电动机的旋转被转发到滑轮和绳索上,以实现所需的减速。计数方法采用“切割”的原理。

操作开始时,纺织废料通过工具漏斗的顶部进入,然后经过切碎机的破碎阶段变成小块。这些布块往下进入到一定尺寸的穿孔板上,通向储藏室。这种切碎机生产的碎布可以作为Dacron合成棉的替代品,作为玩偶填充物、摩托车座椅填充物和沙发垫填充物。

4. 总结

该纺织废料切碎机的设计结果具有优势,首先是在尺寸方面。这种机器设计的尺寸很小,所以不占用空间,容易被小型企业单位如对流或连续商品生产企业单位配置使用。第二,使用小型电动马达(1 HP),这样可以降低生产成本,并且易于使用和维护。第三,我们可以确定所需计数的大小。这样,切碎的织物就可以根据需要作为其他产品的原料使用。设计简单,易于维修和更换备件。至于这台切碎机上的自动控制系统的的设计,可以在进一步的写作中展开。

致谢

作者要感谢工业部工业人力资源开发局(BPSDMI),该局从应用工业研究设施计划(SPIRIT)中提供了拨款资金,研究合同协议号为050/BPSDMI/SPKP/IV/2019,以实施本研究的设计。

参考文献:

1. Ayo, A. W., Olukunle, O., & Adelabu, D. (2017). Development of a Waste Plastic Shredding Machine. *International Journal of Waster Resources*, 2252–5211.1000281.
2. Khodiier, A., Williams, K., & Dallison, N. (2018). Challenges around automative shredder residu production and disposal. *Waste Management*, 566–573.
3. Ministry of Industry. (2013, April 24). Ministry of Industry, Republic of Indonesia. Retrieved Februari 26, 2019, from <https://kemenperin.go.id/>: <https://kemenperin.go.id/artikel/6136/Tekstil-Jadi-Produk-Unggulan>
4. Nur, R., & Suyuti, M. A. (2017). *Perancangan Mesin-mesin Industri*. Yogyakarta: Deepublish.
5. Rajagukguk, J. (2013). Analysis of Plastic Shredder Design. *Dynamic Journal*, 60–69.
6. Restu, F. (2013). Engineering Automatic Waste Separator and Shredder with Simple Control System on Internal Scale of Batam State Polytechnic. *Integration Journal*, 5(1), 67–75.
7. Santoso, A. I., Muttaqin, H., & Widiyanti, E. (2017). Iptek Bagi Masyarakat (IbM) Pengolahan Limbah Kain Percah di Kelurahan Tipes Kecamatan Serengan Kota Solo. 6th National Seminar of UNS SMEs Summit & Awards (pp. 169–177). Surakarta: UNS SME's Summit.
8. Sularso, & Suga, K. (1987). *Basic Planning and Selection of Machine Elements*. Jakarta: Pradnya Paramita.
9. Sutono. (2014). Perancangan Sistem Penghancur Sampah. *UNIKOM Scientific Magazine Journal*, 14(2).