

2. Казакевич П.П. Льноволство и льнопереработка Беларуси: проблемы развития / П.П. Казакевич // Белорусское сельское хозяйство. – №7(99). – 2010г. – С. 4–11.

3. Лопатник, Л.А. Стратегия инновационного развития льноперерабатывающих предприятий Беларуси / Л.А. Лопатник // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграрных наук. 2009. №3. С. 33–36.

4. Механико-технологические основы совершенствования послеборочной обработки льновороха на семена / В.А. Шаршунов [и др.] – Горки: БГСХА, 2012. С. 42–43.

УДК 631.363.7.633.854.54:662.756.3

## ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ СТЕБЛЕЙ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА

Алексеев А.С., *к.т.н., доцент*, Кошуба В.И., *к.т.н., доцент*  
Безрученко А.В., *инженер*, Киреев А.С., *студент*

*УО «Белорусская ЛСХА»*

Предложена разработка измельчителя с применением пакета дисковых пил для измельчения стебельчатых отходов льна масличного. Были проанализированы различные дробилки для измельчения растительных отходов. Приведено, что зубчатый диск является более перспективным в качестве основного рабочего органа измельчителя.

Ключевые слова: топливные pellets, дробилки для измельчения растительных отходов, рабочий орган измельчителя – зубчатый диск

В настоящее время во всем мире и в Республике Беларусь, в том числе наблюдается тенденция значительного увеличения посевных площадей льна масличного. Одним из перспективных вариантов альтернативного топлива является производство топливных pellets из отходов льна масличного. При этом решается и проблема утилизации растительных остатков. Согласно программе «Лен масличный» на 2012–2016 гг. планируется увеличить посевные площади этой культуры в Республике Беларусь [1]. На ближайшую перспективу запланировано посеять в 2014 – 2850 га, 2015 – 3300 га, 2016 – 4000 га льна. С каждого гектара посева получается 3 – 4 тонны стебельчатой массы, которую целесообразно переработать в топливные pellets, что составит 12 – 16 тыс. т. В долгосрочной перспективе, по мнению специалистов Института льна, посевы льна масличного возможно увеличить по стране до 30 тысяч гектаров. Однако в этом случае возникает проблема с посевными площадями, которых не хватает. Одним из вариантов решения данной проблемы – увеличение урожайности льна-долгунца и при этом сокращении его посевных площадей, которые впоследствии, кйма-

The article deals with the design of a shredder supplied with a set of disc saws for shredding stalk waste of oil flax. We have analyzed different crushers for shredding plant waste. We have established that a toothed disc is more promising as the main working organ of the shredder.

Keywords: fuel pellets, crusher for crushing plant waste, working body shredder toothed disc

лен масличный [2]. При производстве топливных pellets необходимо предварительно осуществлять измельчение стеблей льна масличного. Однако современные применяемые линии гранулирования не имеют соответствующего измельчающего оборудования, поэтому разработка устройства для измельчения стеблей льна масличного, с целью получения сырья к альтернативному топливу является актуальной.

Отечественные дробилки не уступают зарубежным аналогам, однако уровень удельных энергозатрат на измельчение остатков достаточно высок. Значительным недостатком существующих дробилок является переизмельчение материала, низкий коэффициент однофазности измельчения (48,6 %) и высокий удельный расход энергии [3].

Развитие измельчающего оборудования требует решения следующих задач: устранить переизмельчение материала, снизить удельный расход энергии на измельчение, повысить качество (однородность) конечного продукта, повысить надежность измельчающих машин.

Решение этих задач предусматривает разработку и применение новых технических решений.

направленных на оптимизацию процесса измельчения.

Выбор способа измельчения и конструкции рабочих органов измельчителя производили с учетом физико-механических свойств льна масличного. При этом выбирался такой способ воздействия на перерабатываемый материал, при котором разрушение достигается при наименьших напряжениях и затратах энергии.

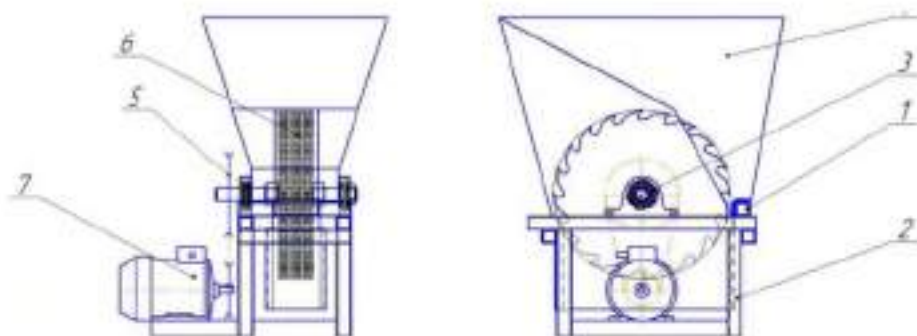
Рациональная схема измельчающего устройства должна отвечать трем основным требованиям: 1) минимальный расход энергии на работу резания; 2) достаточно равномерная нагрузка на вал машины на протяжении всего рабочего цикла; 3) надежное защемление материала режущей парой по всей рабочей длине лезвия.

Анализ конструкций измельчителей сена, соломы и других растительных продуктов показал, что они не совсем подходят для измельчения

стеблей льна масличного, прежде всего из-за большой разницы по усилию на разрыв. Поэтому для измельчения отходов льна масличного предлагается применять роторное устройство с пакетом дисковых пил, которое по основным технологическим показателям должно превосходить сравниваемые машины.

Перспективным в данном направлении является разработка и внедрение измельчителей с применением пакета дисковых пил, позволяющих эффективно решить вышеуказанные задачи. Нами были проанализированы различные дробилки для измельчения растительных отходов.

Предлагаемое устройство (рисунок 1) состоит из бункера 4, электродвигателя 7, клиноременной передачи 5, опоры подшипников 3, дискового измельчающего рабочего органа 6 и противорежущей пластины 1 смонтированной на одной раме 2.

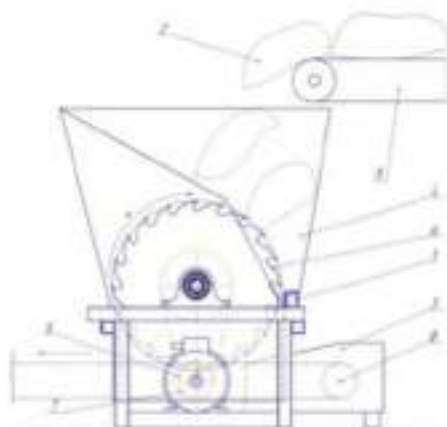


1 – противорежущая пластина; 2 – рама; 3 – опора подшипниковая; 4 – приемный бункер; 5 – клиноременная передача; 6 – дисковый измельчающий рабочий орган; 7 – электродвигатель

Рисунок 1 – Схема устройства для измельчения стеблей льна

Рабочий процесс протекает следующим образом (рисунок 2): отходы льна масличного подаются в приемный бункер 4 транспортёром 9 и поступают на дисковый измельчающий рабочий орган 6, привод которого осуществляется электродвигателем 7 через клиноременную передачу 5, измельчитель состоящий из набора дисковых ножей закрепленных на общем валу. При вращении, рабочий орган зубьями 6 увлекает обрабатываемый материал в пространство (1-3мм) между ножами и противорежущей пластиной 1, которая в свою очередь, предотвращает просыпание обрабатываемого материала и обеспечивает его измельчение. Измельченная масса попадает в бункер 3 и в последующем поступает на дальнейшую переработку с помощью транспортёра 8.

Предварительные исследования измельчителя показали, что он работоспособен, измельчает стебли с высокой производительностью с требуемым размером частиц  $\leq 3$  мм. Сравнительные технологические показатели приведены в таблице 1.



1 – противорежущая пластина; 2 – измельчаемый материал; 3 – выгрузной бункер; 4 – приемный бункер; 5 – клиноременная передача; 6 – дисковый измельчающий рабочий орган; 7 – электродвигатель; 8 – выгрузной транспортёр; 9 – подающий транспортёр

Рисунок 2 – Схема технологического процесса измельчения стеблей льна

Таблица 1 – Сравнительные показатели основных измельчающих машин

Показатели	Универсальный измельчитель ИРР-2М	Молотковая дробилка (ДМУ-200, ДМУ-250, ДМУ-350)	Измельчитель рулонов соломы ИСС-180	Измельчитель веток Bosch AXT RAPID 2000 HP	Разработанное устройство
Производительность, т/ч	До 1,5	До 1	2,5 т/ч	0,008	0,6-1,2
Установленная мощность, кВт	40	До 10	4,5	2	3-5
Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	1500	До 1000	1940	3650	900-3000
Масса без эл. двигателя, кг	1450	80-350	2000	11,5	30-60

Из анализа полученных данных видно, что разработанное устройство по производительности превышает сравниваемые машины в 1,2 – 2,4 раза; по установленной мощности меньше в 1,3 – 4,4 раза; по частоте вращения больше в 2,3 – 3,0 раз; по массе без электродвигателя меньше в 2,3 – 55,8 раз, что свидетельствует о преимуществах данного устройства над аналогами.

В лаборатории Горещкого льнозавода по стандартной методике были проведены исследования разработанного устройства с применением рабочих органов – диска и триммера. Данные по размеру измельченных частиц приведены на рисунке 3.

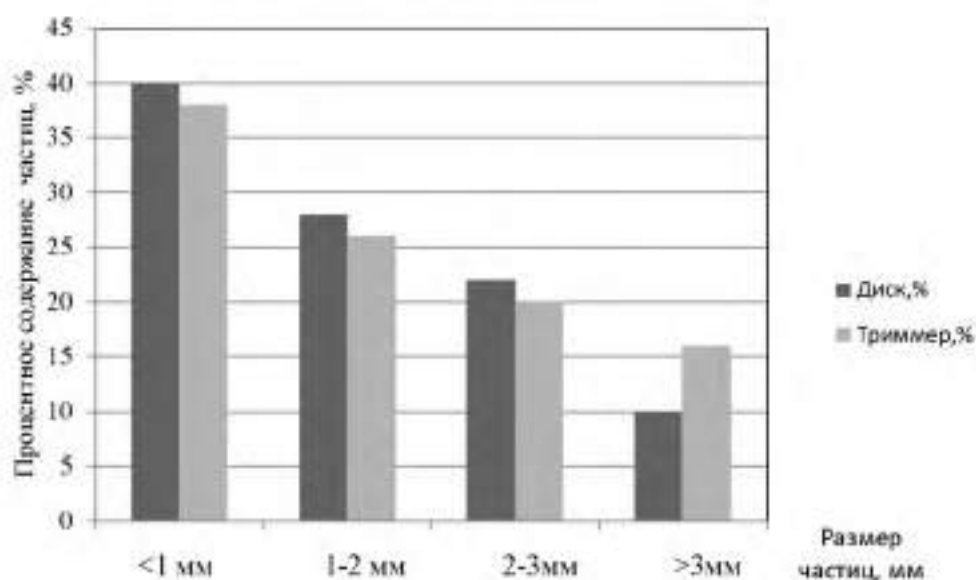


Рисунок 3 – Сравнительные показатели по диапазону размера измельченных частиц

Очевидно, что наибольший объем частиц 40 % приходится на более мелкие частицы – до 1 мм. Также отмечен плавный переход снижения количества измельченных частиц от мелких до 1 мм до крупных более 3 мм, диск – 40, 28, 22, 10 % и триммер – 38, 26, 20, 16 %. В среднем процентное отклонение между показателями рабочих органов по измельченному материалу составляет 3%. Таким образом зубчатый диск является более перспективным в качестве основного рабочего органа измельчителя.

*Список литературы*

1. Отраслевая научно-техническая программа «Лен масличный» на 2012-2016 гг. (ОНТП «Лен масличный» на 2012-2016 гг.)

2. Снопов, А.Н. Возрождение забытого продукта / А.Н. Снопов // Белорусская Нива. – 2012. – 28 сент. – С.

3. Льноводство: реалии и перспективы: сборник научных материалов международной научно-практической конференции на РУП «Институт льна» 25 – 27 июня 2008 года. – Могилев: Могилев. обл. укрупн. тип., 2008. – 408 с.