

**Д. Г. Фадеев, Д. А. Шишин, С. В. Прокофьев, Р. А. Попов,
И. В. Великанова**

*ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»
г. Тверь, Российская Федерация
E-mail: r.popov@fncl.ru*

ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ ЛУБЯНЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. Статья посвящена вопросу разработки универсального технического средства для переработки и утилизации несеменной части урожая лубяных культур в полевых условиях в послеуборочный период.

Ключевые слова: лубяные культуры, несеменная часть урожая, измельчение, утилизация, измельчитель.

D. G. Fadeev, D. A. Shishin, S. V. Prokofiev, R. A. Popov, I.V. Velikanova

*FSBSI "Federal Scientific Center of Bast Crops"
Tver, Russian Federation
E-mail: r.popov@fncl.ru*

JUSTIFICATION FOR THE DEVELOPMENT OF A SHREDDER FOR BAST CROP RESIDUES

Abstract. This article is devoted to the issue of developing a universal technical tool for processing and disposing of the non-seeded part of the bast crop in the field during the post-harvest period.

Keywords: bast crops, non-seeded part of the crop, crushing, disposal, shredder.

Введение

Одним из основных направлений устойчивого развития АПК России является рациональное использование и сохранение земель сельскохозяйственного назначения. Вместе с тем проблема их зарастания и засорения растительными остатками несеменной части урожая (НЧУ), которые скапливаются на полях годами и не подлежат дальнейшему использованию, остается особенно острой.

Возделывание лубяных культур также не является исключением. После уборки льна масличного, технической конопли на семена ежегодный объем остатков соломки составляет порядка 150 тыс. т [1]. Их приходится запахивать, утилизировать термическим путем, они медленно перегнивают и препятствуют проведению дальнейших агротехнических операций (осенняя вспашка, посев озимых и т. д.). Поэтому проблема переработки и утилизации несеменной части урожая лубяных культур – весьма актуальный вопрос, требующий решения.

Одним из инструментов решения данной проблемы представляется измельчение растительных остатков лубяных культур непосредственно в полевых условиях в послеуборочный период. Проведенный анализ показал, что скорость разложения НЧУ, эффективность накопления питательных веществ в почве напрямую зависят от степени измельчения растительных остатков, а их равномерное распределение создает влагосберегающий слой, защищающий почву от ветровой и водной эрозии [2]. В этой связи разработка универсального технического средства позволит решить данную проблему, имеющую важное практическое значение для отраслей льноводства и коноплеводства.

Основная часть

В ходе исследований и научных изысканий проведен анализ существующих отечественных и зарубежных измельчителей-разбрасывателей НЧУ, который показал, что применяемые в сельском хозяйстве мульчеры для измельчения кормовых трав и соломы зерновых культур крайне неэффективны при работе с лубяными культурами по причине содержания в структуре стеблей прочных лубяных волокон [3–6].

В результате системного анализа рабочих органов измельчителей в работе [3, 6] предложена классификация ножей-измельчителей по основным наиболее значимым конструктивным, технологическим и качественным признакам. Выявлено, что ножи для измельчения должны быть объемными, шарнирно закрепленные, обеспечивать разрушение стеблей в продольном и поперечном сечениях, иметь криволинейное лезвие противореза и комбинированную режущую часть ножа. Такой тип ножей позволит повысить эффективность и качество выполнения технологических операций и снизить энергоемкость всего процесса.

Процесс измельчения стеблей лубяных культур отличается от измельчения зерновых и зернобобовых культур. Поэтому были проведены дополнительные исследования по определению усилия резания на примере группы стеблей льна масличного в зависимости от фазы спелости семян [3]. Результаты исследований представлены на рисунке 1.

Как видно из полученных данных, наибольшие усилия резания соответствуют стеблям масличного льна в полной фазе спелости семян. Это просматривается как на единичном $2,29\text{ Н}$, так и на группах стеблей: $5,32\text{ Н}$ – для 6 стеблей и соответственно $10,1\text{ Н}$ – для 12 стеблей. Кроме этого, возрастание усилия резания прослеживается при изменении фазы спелости семян. При этом влажность стеблей уменьшается, т. е. происходит одревеснение стеблей и усилия резания увеличиваются на 45–125 %.

По результатам научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ разработан и изготовлен опытный образец измельчителя растительных остатков лубяных культур (рисунок 2).

Основным рабочим органом машины является измельчающий ротор, на поверхности которого шарнирно закреплены спаренные объемные ножи. Конструктивное исполнение этого узла позволяет обеспечить сбалансированную работу ротора, высокую скорость измельчения и, что немаловажно, исключение намоток прочного лубоволокнистого материала. Кроме того, измельчитель оснащен копирующе-прикатывающим катком, что обеспечивает прикатывание и равномерное распределение измельченной массы по поверхности поля.

На рисунке 3 представлен измельчитель в агрегате с энергосредством. В качестве энергосредства используется трактор тягового класса 1,4. Измельчитель – навесная машина, изготовленная полностью из отечественных деталей и комплектующих, и представляется весьма конкурентоспособной разработкой. Ввиду отсутствия аналогов среди отечественных измельчителей, предназначенных именно для работы с лубяными культурами, машина имеет явное преимущество.

Технические характеристики разработанного измельчителя приведены в таблице.



Рисунок 1 – Усредненные данные усилия резания (H) стеблей льна масличного



Рисунок 2 – Общий вид измельчителя растительных остатков лубяных культур



Рисунок 3 – Измельчитель растительных остатков лубяных культур в агрегате с трактором

Технические характеристики универсального измельчителя растительных остатков лубяных культур

Наименование параметра	Значение
Тип машины	Навесная
Схема навески	Задняя
Необходимая мощность трактора, л. с.	60–100
Привод	ВОМ трактора
Обороты ВОМ, об/мин	540
Производительность, га/ч	До 2
Рабочая скорость, км/ч	До 12
НЧУ перерабатываемых культур	Лен-долгунец, лен масличный, техническая конопля
Состояние стеблей (НЧУ)	– Прямостоящие (на корню); – полеглые; – валок; – лента
Ширина захвата, м	2
Частота вращения вала измельчителя, об/мин	2 000
Количество ножей, шт.	30
Привод вала измельчителя	Механический ременной
Количество ремней, шт.	4
Габаритные размеры Д × Ш × В, мм	2300 × 800 × 900
Масса, не более, кг	420

Апробация работы измельчителя проведена в октябре 2024 г. на опытных полях ФНЦ ЛК в Тверской области. Работа проводилась на льне сорта Универсал. По результатам апробации установлено, что разработанная машина обеспечивает качественное выполнение технологического процесса и требуемую степень измельчения, что также доказывает ее эффективность.

Заключение

По результатам проведенных исследований обоснована необходимость применения операции измельчения растительных остатков лубяных культур в полевых условиях. Разработан и апробирован опытный образец универсального технического средства для переработки растительной биомассы. Машина способна измельчать растительные остатки разных видов лубяных культур (льна, технической конопли), находящихся в различном состоянии, как оставшихся на корню, так и в виде валка или ленты. При этом сокращается количество технологических операций при их уборке, за счет этого достигается экономический эффект. Разработка универсального измельчителя позволит повысить эффективность процесса уборки лубяных культур, обеспечить очистку полей от неиспользованных растительных остатков и экологически безопасное производство.

Список использованных источников

1. Экономическое обоснование разработки универсального измельчителя растительных остатков лубяных культур / И. В. Великанова, Д. Г. Фадеев, С. В. Прокофьев, Д. А. Шишин // Аграрный научный журнал. – 2024. – № 8. – С. 115–121.
2. Экологические и фитосанитарные функции почвенного органического вещества (проблемно-аналитический обзор) / М. С. Соколов, Ю. Я. Спиридонов, Е. Ю. Торопова [и др.] // Агрохимия. – 2018. – № 5. – С. 79–96.
3. Фадеев, Д. Г. К выбору типа измельчителя несеменной части урожая / Д. Г. Фадеев, Д. А. Шишин, С. В. Прокофьев // Наука в центральной России. – 2022. – № 6 (60). – С. 7–18.
4. Урамовский, Ю. М. Современная техника для измельчения пожнивных остатков / Ю. М. Урамовский, А. Д. Макуть // Механизация и электрификация сельского хозяйства : межвед. темат. сб. в 2 т. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Мн., 2009. – Вып. 43. – Т. 2. – С. 26–31.
5. Ягельский, М. Ю. Тенденции развития и классификация соломо-измельчителей-разбрасывателей современных зерноуборочных комбайнов / М. Ю. Ягельский, С. А. Родимцев // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3 (60). – С. 73–87.
6. Фадеев, Д. Г. Анализ процесса измельчения несеменной части урожая лубяных культур / Д. Г. Фадеев, Д. А. Шишин, С. В. Прокофьев // Наука в центральной России. – 2023. – № 6 (66). – С. 53–61.