

Э. В. Дыба<sup>1</sup>, П. В. Яровенко,<sup>1</sup>  
Л. И. Трофимович<sup>1</sup>, А. И. Пунько<sup>2</sup>, А. Ю. Гордиевич<sup>2</sup>, Е. А. Рацкевич<sup>2</sup>

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: dibua-18@mail.ru, trofimovich88@mail.ru

<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь

## ОБЗОР И АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ УСТРОЙСТВ ДЛЯ СНЯТИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЗАПРЕССОВАННЫХ КОРМОВ

*Аннотация.* В статье представлены результаты обзора и анализа конструкций существующих устройств, применяемых для снятия полимерных материалов с запresseованных кормов в нашей стране и за рубежом.

*Ключевые слова:* анализ, резчик кормов, рабочие органы, полимерная пленка, конструкция.

E. V. Dyba<sup>1</sup>, P. V. Yarovenko<sup>1</sup>, L. I. Trofimovich<sup>1</sup>, A. I. Punko<sup>2</sup>, A. Yu. Gordievich<sup>2</sup>, E. A. Ratskevich<sup>2</sup>

<sup>1</sup>RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: dibua-18@mail.ru, trofimovich88@mail.ru

<sup>2</sup>EI "Belarusian State Agrarian Technical University"

Minsk, Republic of Belarus

## REVIEW AND ANALYSIS OF DEVICE DESIGNS FOR REMOVING POLYMER MATERIALS FROM PRESSED FEED

*Abstract.* The article presents the results of a review of modern feed procurement technologies and an analysis of the designs of existing devices used for removing polymer materials from pressed feed in our country and abroad.

*Keywords:* analysis, feed cutter, working parts, polymer film, design.

### Введение

Основным требованием, предъявляемым к современным технологиям заготовки кормов, является обеспечение минимальных потерь питательных веществ. При существующей технологии заготовки и хранения кормов из трав и силосных культур потери питательных веществ достигают 35–40 %. Недобор последних происходит не только из-за несоблюдения оптимальных сроков уборки трав, но и вследствие значительных потерь в процессе хранения кормов. В хозяйствах республики ежегодно заготавливается более 25 млн т кормов в виде сенажа, силоса из провяленных трав и силосных культур. Массовое распространение получил сенаж. Качественный корм этого вида приготавливают при строгом соблюдении технологии заготовки: провяливание до влажности 50–55 %, уплотнение до плотности не менее 600 кг/м<sup>3</sup>, экспозиция загрузки хранилища не более 2–3 дней и герметизация корма.

Анализ материалов, опубликованных в отечественной и зарубежной научно-технической литературе, показывает, что создание конкурентоспособной, высокопроизводительной и надежной техники, которая обеспечивает высококачественное выполнение технологических операций, позволяет снизить расход топлива и других ресурсов на единицу производимой продукции и сократить все виды потерь, является одним из приоритетных направлений аграрной науки.

В нашей стране существенный вклад в развитие новых технологий и средств механизации в растениеводстве и кормозаготовке внесли такие ученые, как И. И. Пиуновский, И. М. Лабоц-

кий, С. И. Станкевич, А. В. Клочков, Ф. И. Привалов и др. Результаты их теоретических и экспериментальных исследований легли в основу современных машин для кормозаготовки, рекомендаций, применяемых на практике, а также различных нормативных документов [1–6].

В ходе выполнения нового научного задания 6.18 «Теоретическое обоснование инженерных решений по разработке устройства для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов» в рамках ГПНИ «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» заказчиком проекта поставлены определенные конструктивно-технологические требования к новой машине: высокая эффективность, низкая металлоемкость, технологичность изготовления. При этом технический уровень разработки должен соответствовать лучшим мировым образцам.

Целью данной работы является научное обоснование совершенствования технологического процесса подготовки к скармливанию запрессованных кормов путем механизации операции снятия полимерных материалов.

### Основная часть

В последние годы разработаны и применяются новые методы закладки на хранение растительной массы, предварительно спрессованной до заданной плотности, с герметизацией специальными полимерными материалами. Известно несколько способов реализации этой технологии. В первом случае в крупных хозяйствах используется упаковка рулонов или тюков в полимерный рукав длиной 45–65 м с использованием мобильных линейных упаковщиков, например NEOLINER NWS 660 фирмы «Навигатор» (Россия). Однако в Республике Беларусь наибольшее распространение получила технология провяливания и прессования растительной массы в рулоны с помощью стандартных пресс-подборщиков и дальнейшей герметизации путем обмотки стрейч-пленкой на специальных машинах-обмотчиках. Упакованные подобным способом тюки и рулоны складываются под навесом или на открытой площадке и хранятся так до момента использования на корм КРС. Данная технология является весьма эффективной и позволяет заготавливать корма высокого качества.

Промышленные предприятия Республики Беларусь освоили производство рулонных пресс-подборщиков, обмотчиков рулонов в стрейч-пленку и пресс-подборщиков-упаковщиков рулонов.

В соответствии с Программным комплексом мер по развитию кормопроизводства на 2021–2025 гг. предусматривается к 2025 г. обеспечить заготовку травяных кормов с использованием полимерных материалов сельскохозяйственного назначения (стрейч-пленки) в объеме 1090,0 тыс. т [7]. Производство отечественной стрейч-пленки сельскохозяйственного назначения освоили ОАО «Могилевский завод искусственного волокна» и ОАО «Борисовский завод пластмассовых изделий».

Стрейч-пленка относится к материалам, подлежащим вторичной переработке. В зарубежных странах новые упаковочные материалы продаются при условии сдачи использованных упаковочных материалов в объеме до 70 % от объема вновь закупаемых. Такой порядок использования упаковочных материалов позволяет снизить стоимость их производства, решает проблемы утилизации полимерных материалов и уменьшает риск их попадания в корм животным.

Технология прессования и упаковки силоса в круглые тюки практична. Однако при загрузке спрессованных кормов в бункер кормосмесителя или на кормовой стол возникает проблема с механизированным снятием сетки с круглых тюков для дальнейшей ее утилизации. Остатки корма попадают в сетку, поэтому ее необходимо утилизировать отдельно от упаковочной пленки. Машин для отделения упаковочных материалов в Республике Беларусь не выпускается. Отрезание упаковочных материалов вручную ножом требует вспомогательного рабочего на погрузочных работах.

Зарубежные производители освоили производство машин, позволяющих производить отделение упаковочных полимерных материалов в процессе погрузки рулонов в кормораздатчики [8]. Известны резчики кормов фирмы Stoll, Bressel und Lade Maschinenbau GmbH, Tanco, и др. Вышеперечисленные машины (рисунки 1 и 2) представляют собой сельскохозяйственные вилы, оснащенные ножом и гидрофицированным захватом упаковочных материалов.

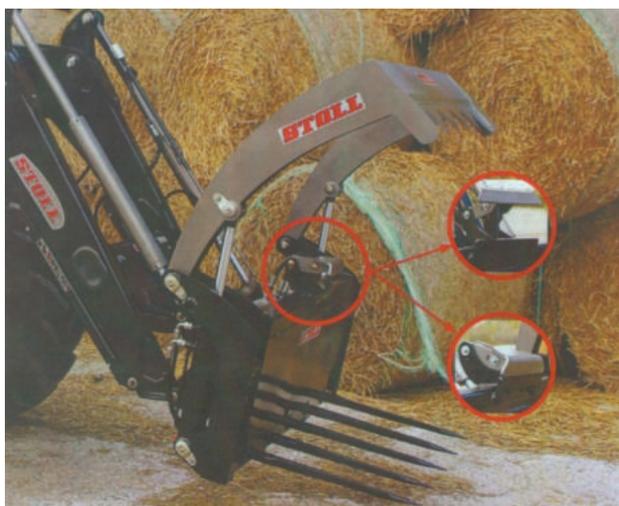


Рисунок 1 – Резчик фирмы Stoll



Рисунок 2 – Резчик фирмы Bressol und Lade Maschinenball GmBH

Технологический процесс работы машин следующий: при накалывании тюка происходит зажим полимерных упаковочных материалов гидрофицированным захватом, надрезание упаковочных материалов в верхней части рулона и зажим тюка ножом. Производится транспортирование тюка к месту разгрузки. В месте разгрузки происходит резание тюка ножом и удаление упаковочных материалов.

Основное назначение данных резчиков кормов – разрезание рулонов сенажа, отделение упаковки и выгрузка кормов на площадке, например, в кормовом проходе животноводческих ферм малого размера.

При использовании данных резчиков на крупных животноводческих фермах, где кормление животных выполняется кормораздатчиками, такие устройства необходимо использовать с телескопическими погрузчиками (рисунок 3, а), так как у обычных фронтальных погрузчиков недостаточная высота подъема рабочих органов, для исключения попадания упаковочных материалов в кормораздатчик или работать по перевалочной схеме: сначала на вспомогательной площадке отделить упаковку, а затем погрузить корм из рулона без упаковки (рисунок 3, б) в кормораздатчик. Производительность погрузчика при работе по перевалочной схеме снижается в 2–3 раза.

В резчиках рулонов держатели упаковочных материалов могут быть различных исполнений:

- в виде простых плоских зажимов (рисунок 4);
- в виде зажимов со штырями (рисунок 5);
- в виде крючковых держателей с убирающимися захватами (рисунок 6);
- в виде крючковых держателей со сдвоенными захватами (рисунок 7).



а



б

Рисунок 3 – Выгрузка сенажа из рулона на вспомогательной площадке (а) с последующей погрузкой без упаковки в кормораздатчик (б)



Рисунок 4 – Простой зажимной захват полимерной упаковки резчика фирмы Tanco (Ирландия)



Рисунок 5 – Резчик рулонов с захватом упаковки со штырями



Рисунок 6 – Резчик рулонов 5FT (Cashels Engineering Ltd)

Резчики рулонов моделей 4FT и 5FT фирмы Cashels Engineering Ltd (Ирландия) оборудованы убирающимися гидрофицированными крючковыми захватами полимерной упаковки (рисунок 6).

Резчики фирмы GÖWEIL (Австрия) со сдвоенными крючковыми захватами удерживают как упаковку из стрейч-пленки, так и обмотку рулонов из шпагата или сетки без пленки (рисунок 7).

Все вышеперечисленные резчики рулонов относятся к устройствам с резанием рулонов сверху вниз. Преимущества таких устройств – относительно небольшой вес ( $450 \pm 50$  кг) и простота конструкции.

В Германии проведены испытания двух распространенных резчиков рулонов с резанием рулонов сверху вниз: фирм Göweil и Tanco [9]. Оба резчика хорошо справляются с разделкой рулонов на кормовом проходе. Для обеспечения полноты выгрузки корма из упаковки необходимо при опускании ножа в нижнее положение проехать погрузчиком немного вперед по проходу и выгрузить корм из передней части рулона, а затем поднять нож в верхнее положение, поднять резчик немного вверх и выгрузить корм из задней части рулона. По результатам испытаний установлено, что резчик фирмы GÖWEIL с крючковым захватом оставляет в полимерной упаковке значительно больше корма, чем простой захват резчика фирмы Tanco. При загрузке рулонов в кормораздатчики возникала проблема попадания упаковки в кузов кормораздатчиков (рисунок 8). Недостатками резчиков рулонов с резанием рулонов сверху вниз также являются повышенная нагрузка на зубья в процессе резания корма и большая вероятность повреждения ножей о кормовой стол или бункер кормораздатчика.

Представляет интерес конструкция резчика-распаковщика рулонов фирмы Keltec (Ирландия) (рисунок 9). Рама этой машины имеет Г-образную форму. Резание рулона происходит при движении ножа не сверху вниз, а снизу вверх с упором рулона не в зубья вила, а в мощную раму.



Рисунок 7 – Двойной крючковый захват полимерной упаковки резчика фирмы GÖWEIL



Рисунок 8 – Попадание упаковки рулона в бункер кормораздатчика



Рисунок 9 – Резчик-распаковщик рулонов (Keltec, Ирландия)

Привод рабочих органов (ножа и зажимного захвата) осуществляется от одной гидравлической линии. Запатентованная конструкция резчика рулонов захватывает и удерживает обмотку и сетку рулона в верхней части устройства и разрезает снизу, что уменьшает вероятность попадания полимерных материалов в кормораздатчик. После того, как рулон разрезан, сенаж выпадает и отделяется от пленки и сетки без остатка.

Для загрузки рулонов в кормораздатчик достаточно простого фронтального погрузчика, нагрузка на пальцы вил минимальна.

Во Франции фирма MANIP' освоила производство резчиков MANIP' VAL CB125 и CB150 для рулонов диаметром 1 250 мм и 1 500 мм соответственно (рисунок 10), которые являются близкими аналогами резчиков-распаковщиков рулонов Keltec.

В Канаде фирма HLA Attachments освоила выпуск резчиков рулонов моделей: ВК-48 для рулонов диаметром до 48 дюймов; ВК-60 – до 60 дюймов и ВК-72 – до 72 дюймов, которые выполняют захват и резку рулона ножом снизу вверх (рисунок 11).

В процессе резания зубья устройства не воспринимают нагрузку от резака. Сегменты ножей крепятся болтами и могут быть заменены по отдельности, замена всего ножа не требуется. Наибольший интерес представляет конструкция резчика рулонов ВК-72, так как он оборудован переставным упором, позволяющим работать с рулонами различных диаметров [10].

Таким образом, недостатками резчиков рулонов с резанием рулонов сверху вниз является повышенная нагрузка на зубья в процессе резания корма и большая вероятность повреждения ножей о кормовой стол или детали кормораздатчика. Резчикам рулонов с рамой Г-образной формы для загрузки рулонов в кормораздатчик достаточно простого фронтального погрузчика, резание рулона происходит при движении ножа не сверху вниз, а снизу вверх с упором рулона не в зубья вил, а в мощную раму, нагрузка на пальцы вил минимальна.



Рисунок 10 – Резчик рулонов фирмы MANIP' (Франция)



Рисунок 11 – Резчик рулонов BK-60 HLA Attachments (Канада)

Анализ существующих разработок показал, что при разработке отечественной машины для обеспечения высокого технического уровня, конкурентоспособности и долговечности устройства необходимо максимально использовать апробированные технические решения, рабочие органы, технологически отработанные узлы и агрегаты отечественного производства, используемые в серийно выпускаемой продукции, а также отдельные узлы, агрегаты и комплектующие изделия зарубежного производства.

Разрабатываемое устройство в виде сменного рабочего органа будет навешиваться на широко распространенные в хозяйствах республики отечественные погрузчики «АМКОДОР». Для обеспечения требуемых технических и эксплуатационных характеристик, технологических возможностей необходимо проведение НИОКР по обоснованию основных конструктивных и кинематических параметров нового рабочего органа устройства для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов.

### Заключение

Проведенный анализ технологий заготовки, хранения и скармливания кормов, в частности сенажа, показал, что в республике отсутствуют машины для механизированного снятия упаковочной пленки с рулонов кормов перед их использованием.

Анализ конструкций зарубежных машин для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов определил два направления устройств: с резанием рулона сверху вниз и с рамой Г-образной формы с резанием рулона снизу вверх.

Проводимые НИР, полученные результаты исследований, технические требования и рекомендации по применению данных устройств для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов будут использованы при разработке новой машины для кормоприготовления.

### Список использованных источников

1. Пиуновский, И. И. Машины для уборки трав и силосных культур (теория и расчет рабочих органов) / И. И. Пиуновский, В. Р. Петровец, Н. И. Дудко. – Горки : БГСХА, 2016. – 325 с.
2. Механизация полевой сушки трав: пути совершенствования / П. П. Казакевич, С. Г. Яковчик, И. М. Лабозкий, Л. И. Трофимович // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2018. – Т. 56, № 4. – С. 481–491.
3. Станкевич, С. И. Современные технологии заготовки кормов: рекомендации / С. И. Станкевич, С. И. Холдеев. – Горки : БГСХА, 2016. – 29 с.
4. Клочков, А. В. Заготовка кормов зарубежными машинами / А. В. Клочков, В. А. Попов, А. В. Адашь. – Горки : 2001. – 201 с.

5. Особенности технологий и техническое обеспечение заготовки кормов из трав и силосных культур: рекомендации: официальный сайт предприятия РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2018–2024. – URL: <https://belagromech.by/news/osobennosti-tehnologij-i-tehnicheskoe-obespechenie-zagotovki-kormov-iz-trav-i-silosnyh-kultur/> (дата обращения: 04.10.2024).

6. Технологический регламент, техническое обеспечение и технологические карты выращивания и заготовки кормов из трав: регламент // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», РНДУП «Институт мелиорации». – Минск, 2011.

7. Программный комплекс мер по развитию кормопроизводства на 2021–2025 годы : утв. заместителем Премьер-министра Республики Беларусь от 16 марта 2021 г. № 06/217-261/220.

8. Устойчивые сельскохозяйственные технологии: официальный сайт электронной версии журнала «Agrarheute». – 2024. – URL: <https://www.agrarheute.com/technik/gruenland-technik/rundballennetz-zusammen-folie-entsorgen-endlich-loesung-gefunden-301> (дата обращения: 04.10.2024).

9. Практический тест использования щипцов для круглых тюков: официальный сайт электронной версии журнала «FORTSCHRITTISCH ES LANDWIRT». – 2024. – URL: <https://www.landwirt.com> (дата обращения: 05.10.2024).

10. Резчик рулонов ВК-72: сайт компании HLA Attachments. – 2024. – URL: <https://hlaattachments.com/item.php?prod=301> (дата обращения: 10.10.2024).