

Э. В. Дыба, П. В. Яровенко, А. М. Хартанович

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: dibua-18@mail.ru; Khartanovich7759@gmail.com

**АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
МАКЕТНОГО ОБРАЗЦА УСТРОЙСТВА ДЛЯ СНЯТИЯ
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЗАПРЕССОВАННЫХ КОРМОВ**

Аннотация. В статье представлено описание макетного образца устройства для снятия полимерных материалов с запresseованных кормов, а также анализ результатов экспериментальных исследований макетного образца.

Ключевые слова: рулон, резчик, устройство, упаковка, резание, снятие, хранение, параметры, качество кормов, полимерные материалы, солома, сенаж, сетка.

E. V. Dyba, P. V. Yarovenko, A. M. Khartanovich

RUE "SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: dibua-18@mail.ru; Khartanovich7759@gmail.com

**ANALYSIS OF RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF MOCK-UP SAMPLE
OF DEVICE FOR REMOVAL OF POLYMER MATERIALS FROM PRESSED FODDERS**

Abstract. The article presents a description of the prototype of the device for removing polymer materials from pressed feed, as well as an analysis of the results of experimental studies of the prototype.

Keywords: roll, cutter, device, packing, cutting, removal, storage, parameters, feed quality, polymer materials, straw, haylage, net.

Введение

Почвенно-климатические условия Республики Беларусь с достаточным количеством света, тепла и осадков способствуют формированию устойчивых урожаев укосных и пастбищных травостоев, а наличие площадей, отведенных под сенокосы и пастбища, определяют основное направление сельскохозяйственного производства – животноводство. Состояние животноводства определяет развитие кормопроизводства, в первую очередь луговое, так как основным компонентом рационов жвачных животных являются объемистые (грубые и сочные) корма: силос, сенаж и сено.

Консервированные грубые и сочные корма составляют более половины рационов мясного и молочного крупного рогатого скота. Количественные и качественные характеристики заготовленных кормов в значительной мере определяют объемы и себестоимость животноводческой продукции, ее конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках.

Основным требованием, предъявляемым к 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 его заготовки: провяливание до влаж-

ности 50–55 %, уплотнении до плотности не менее 600 кг/м³, экспозиции загрузки хранилища не более 2–3 дней и герметизации корма [1–10].

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. Поэтому обоснование перспективных ресурсосберегающих механизированных технологий и прогнозирование рациональных параметров машин и агрегатов – неперенные предпосылки успешного создания, производства и использования новой техники. Решение всех этих проблем позволит увеличить производство сельскохозяйственной продукции и значительно снизить ее себестоимость.

Основная часть

На основании проведенного обзора и анализа устройств для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов, а также теоретических исследований лабораторией механизации заготовки кормов РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» была разработана конструкторская документация УСП 00.00.000, согласно которой был изготовлен макетный образец устройства для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов (рисунок 1).

Макетный образец устройства для снятия полимерных материалов представляет собой резчик рулонов сенажа, оснащенный двойным крючковым захватом полимерной упаковки. Макетный образец предназначен для снятия полимерной упаковки с запрессованных кормов в процессе загрузки кормов на территориях кормовых дворов в кормораздатчики или на кормовой стол. Макетный образец устройства УСП 00.00.000 агрегируется с широко распространенными в хозяйствах Республики Беларусь погрузчиками АМКОДОР 332С, АМКОДОР 342С или АМКОДОР 352С (рисунок 2).



Рисунок 1 – Макетный образец устройства для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов



Рисунок 2 – Макетный образец в агрегате с погрузчиком АМКОДОР 332С



Рисунок 3 – Вид на захват крючковый УСП 03.00.000 и резак УСП 02.00.000

Для проведения экспериментальных исследований макетный образец устройства для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов был оснащен захватом крючковым – УСП 03.00.000 и резаком УСП 02.00.000 с комплектом съемных режущих ножей 342С.45.45.000 отделителей силоса АМКОДОР А342С.45.45.000 (рисунок 3).

В исходной позиции нож резака находится в нижнем положении, захват упаковки открыт. При подаче масла в линию подъема оно начинает поступать к гидроцилиндрам ГЦ 1 и ГЦ 2 подъема резака и через концевой клапан КП 3 к клапану последовательности КП 1, отрегулированному на давление резания рулона, например, 10,0 МПа. Сначала резак прижимает рулон к корпусу устройства и захвату упаковки, затем при достижении давления резания сработает клапан последовательности КП 1 и захват зажмет полимерную упаковку. Захват полимерной упаковки будет теперь закрыт при любом положении резака, кроме крайнего нижнего. В крайнем нижнем положении резака захват откроется при нажатии резаком концевой клапана КП 3 и произойдет слив масла из поршневой полости гидроцилиндра захвата полимерной упаковки в гидросистему погрузчика.

Привод захвата УСП 03.00.000 выполнен гидроцилиндром КГЦ 857.50-25-160 с диаметром цилиндра 50 мм и ходом 160 мм, подключенным параллельно силовым гидроцилиндрам

привода резака. В качестве гидроцилиндров привода резака применялись гидроцилиндры СГЦ 100.50.400.730.11 с диаметром цилиндра 100 мм.

Захват крючковый УСП 03.00.000 имеет рабочую ширину захвата полимерной упаковки 1500 мм и оснащен десятью крючками УСП 03.00.002, расположенными в два ряда по пять штук. Крючки одного из рядов вращаются по часовой стрелке, а другого против часовой стрелки.

Результаты исследований

Разработанное устройство для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов в виде двойных крючковых захватов позволяет исключить потребность во вспомогательном рабочем на погрузочных работах рулонов сенажа в кормораздатчик и повысить производительность труда на операции. Целью экспериментальных исследований является изучение влияния основных конструктивных, кинематических и силовых параметров нового рабочего органа и изучение возможных потерь травяных кормов со снимаемой упаковкой.

Программа экспериментальных исследований предусматривает:

- установить влияние формы крючкового захвата и глубины его внедрения на полноту захвата снимаемых полимерных материалов;
- установить влияние формы крючкового захвата и глубины его внедрения на потери травяных кормов со снимаемой упаковкой;
- установить минимальную толщину крючков для внедрения в корма различной плотности прессования и необходимые параметры силовых гидроцилиндров привода устройства.

Для исследования глубины внедрения зубьев крючкового захвата на качество работы устройства захват полимерной упаковки УСП 03.00.000 был оснащен сменными ограничителями УСП 03.00.009, УСП 03.00.011, УСП 03.00.012, которые закреплялись винтами на корпусе УСП 03.01.001 и позволяли изменять глубину внедрения зубьев захвата в рулон соответственно: 20; 25; 30 или 35 мм при демонтаже сменных ограничителей.

Экспериментальные исследования процесса снятия полимерной упаковки с запрессованных кормов проводились в производственных условиях на базе предприятия ГП «Экспериментальная база «Зазерье» на рулонах соломы, обмотанных сеткой, и длинностебельной неизмельченной сенажной массы диаметром 1200–1500 мм и длиной 1200 мм с плотностью прессования для соломы: 69–75 кг/м³, сенажа – 146–240 кг/м³. В процессе испытаний рулоны взвешивались, обмерялись и маркировались (рисунок 4).



Рисунок 4 – Процесс взвешивания рулонов

В заготовленных рулонах длинностебельной сенажной массы плотность прессования не превышала 240 кг/м³. Результаты замеров и показатели работы макетного образца приведены в таблице.

Результаты замеров и показатели работы макетного образца

Наименование показателя	При механизированном снятии упаковки							
	Глубина внедрения зубьев захвата полимерной упаковки, мм							
	20		25		30		35	
	Диаметр рулона, мм							
	1 200	1 500	1 200	1 500	1 200	1 500	1 200	1 500
Рулон соломы без измельчения и упаковкой в сетку								
Исходные показатели качества запрессованных кормов								
масса рулона, кг	–	158	–	147	–	152	–	150
влажность, %	–	22	–	21	–	21	–	21
плотность, кг/м³	–	74,5	–	69,3	–	71,7	–	70,8
давление резания рулона, МПа	–	26,0	–	26,0	–	26,0	–	26,0
давление внедрения зубьев захвата, МПа	–	13,0	–	13,0	–	13,0	–	13,0
время снятия упаковки, с	–	22	–	24	–	23	–	21
потери травяных кормов со снимаемой упаковкой, кг	–	0,8	–	0,75	–	1,2	–	0,9
Рулон сенажа без измельчения с упаковкой в сетку и стрейч-пленку								
масса рулона, кг	–	500	–	505	–	508	–	495
влажность, %	–	53	–	55	–	56	–	56
плотность, кг/м³	–	235,8	–	238,2	–	240,0	–	233,5
давление резания рулона, МПа	–	26,0	–	26,0	–	26,0	–	26,0
давление внедрения зубьев захвата, МПа	–	16,0	–	16,0	–	16,0	–	16,0
время снятия упаковки, с	–	25	–	24	–	22	–	23
потери травяных кормов со снимаемой упаковкой, кг	–	1,2	–	1,5	–	1,9	–	1,4
Рулон сенажа без измельчения с упаковкой шпагатом и в стрейч-пленку								
масса рулона, кг	305	–	290	–	310	–	300	–
влажность, %	58	–	55	–	57	–	58	–
плотность, кг/м³	153,9	–	146,4	–	156,4	–	151,4	–
давление резания рулона, МПа	26,0	–	26,0	–	26,0	–	26,0	–
давление внедрения зубьев захвата, МПа	16,0	–	15,0	–	15,0	–	15,0	–
время снятия упаковки, с	24	–	23	–	23	–	25	–
потери травяных кормов со снимаемой упаковкой, кг	1,1	–	0,9	–	1,2	–	1,0	–

На макетной установке УСП 00.00.000 на резаке использовался комплект режущих ножей 342С.45.45.000 отделителей силоса АМКОДОР А342С.45.45.000 (рисунок 3). Рулоны сенажа, спрессованные пресс-подборщиками без измельчения прессуемой травяной массы, имеют рыхлую сердцевину и крайне плотный наружный слой. Макетный образец разрезал плотный наружный слой рулонов неизмельченного сенажа на глубину 450–500 мм и процесс резания рыхлой сердцевины приостанавливался, рулон деформировался и приобретал гантелевидную форму (рисунок 5). При этом неизмельченная сенажная масса из надреза полимерной упаковки не высыпалась, а усилие резания ножа, развиваемое двумя гидроцилиндрами макетной установки диаметром 100 мм и четырьмя гидроцилиндрами диаметром 120 мм, составляло не менее 280 000 Н при рабочем давлении в гидросистеме макетной установки 26,0 МПа. Усилие резания, развиваемое макетным образцом УСП 00.00.000, значительно превышало усилие резания ножа, обоснованное В. И. Галковым [11], при разрезании рулонов сенажа диаметром 1,4–1,5 м и длиной 1,2 м на глубину 250–300 мм – 1930–6130 Н. Понятно, что разрезание рулона на глубину более 1 м



Рисунок 5 – Испытание макетного образца – разрезание рулона неизмельченного сенажа



Рисунок 6 – Работа макетного образца с рулонами соломы

потребуется значительно больших усилий резания, но основной фактор – резание макетным образцом неизмельченной растительной массы.

Гидросистема макетного образца при работе с рулонами сенажа и соломы функционировала адекватно: крючковый захват начинал внедряться в солому при давлении в гидросистеме 13,0 МПа, а в сенаж – 16 МПа. При сжатии рулона соломы резаком макетного образца (при возрастании давления до 26,0 МПа) происходило разрезание полимерной сетки и неглубокое надрезание нижней стороны рулона на глубину 200–250 мм, сенажа – 450–500 мм. Для уменьшения давления внедрения зубьев крючкового захвата в рулон плотностью выше 240 кг/м³ целесообразно произвести замену гидроцилиндра привода захвата УСП 03.00.000 с диаметром поршня 50 мм (площадь поршня 19,6 см²) на гидроцилиндр с площадью поршня не менее 40,0 см² (рисунок 6).

Форма крючкового захвата обеспечивает полноту захвата снимаемых полимерных материалов при глубинах внедрения зубьев: 20; 25; 30 и 35 мм. Потери травяных кормов со снимаемой упаковкой не превышают 2 %.

Испытания проводились на макетном образце с толщиной крючков 8 мм. За время экспериментальных исследований отказов макетного образца по причине деформации или поломки крючков выявлено не было. Толщина крючков 8 мм является достаточной, увеличение толщины крючка не требуется.

Заключение

В результате экспериментальных исследований уточнена и проверена достоверность полученных теоретических положений по конструкции макетного образца устройства для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов и произведена оценка функциональных показателей макетного образца устройства по снятию полимерной упаковки с запрессованных кормов:

- разработанный макетный образец устройства для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов выполнял процесс снятия полимерных материалов с рулонов соломы, обмотанных сеткой, и длинностебельной неизмельченной сенажной массы диаметром 1200–1500 мм и длиной 1200 мм с плотностью прессования для соломы 69–75 кг/м³ и для сенажа – 146–240 кг/м³;
- гидросистема макетного образца при работе с рулонами сенажа и соломы функционировала адекватно: крючковый захват начинал внедряться в солому при давлении в гидросистеме 13,0 МПа,

а в сенаж – 16 МПа. При сжатии рулона соломы резак макетного образца (при возрастании давления до 26,0 МПа) происходило разрезание полимерной сетки и неглубокое надрезание нижней стороны рулона на глубину 200–250 мм, сенажа – 450–500 мм. Для уменьшения давления внедрения зубьев крючкового захвата в рулон плотностью выше 240 кг/м³ целесообразно произвести замену гидроцилиндра привода захвата УСП 03.00.000 с диаметром поршня 50 мм (площадь поршня 19,6 см²) на гидроцилиндр с площадью поршня не менее 40,0 см²;

– в соответствии с технологией заготовки сенажа в рулонах, для обеспечения полного разрезания рулонов макетным образцом их плотность должна быть 330–350 кг/м³, а масса рулонов диаметром 1,45 м должна составлять 700–900 кг;

– форма крючкового захвата обеспечивает полноту захвата снимаемых полимерных материалов при глубине внедрения зубьев 20; 25; 30 и 35 мм. Потери травяных кормов со снимаемой упаковкой не превышают 2 %;

– испытания проводились на макетной установке с толщиной крючков 8 мм. За время экспериментальных исследований отказов макетного образца по причине деформации или поломки крючков выявлено не было. Толщина крючков 8 мм является достаточной, увеличение толщины крючка не требуется.

По результатам теоретических и экспериментальных исследований разработаны технические требования на конструкцию устройства для снятия полимерных материалов с запрессованных кормов.

Список использованных источников

1. Хохрин, С. Н. Корма и кормление животных : учеб. пособие / С. Н. Хохрин. – СПб. : Лань, 2002. – 512 с.
2. Орлянская, И. А. Повышение эффективности процесса заготовки сенажа в рулонах, упакованных в пленку : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Орлянская Ирина Александровна ; Ставрополь, 2018. – 166 л.
3. Щеглов, В. В. Корма: приготовление, хранение, использование : справочник / В. В. Щеглов, Л. Г. Боярский. – М. : Агропромиздат, 1990. – 255 с.
4. Организация производства и контроля за качеством объемистых кормов: практ. рекомендации / Ш. К. Шакиров, Ф. С. Гибадуллина, М. Ш. Тагиров [и др.]. – Казань : Фолиантъ, 2013. – 53 с.
5. Сенаж. Технология приготовления кормов сенажного типа : сайт – 2011–2026. – URL: <https://farmnumberutwo.ru/zh/zh.senazh.html?ysclid=mkql3seans896627698> (дата обращения: 20.09.2025).
6. Тамаровская, В. В. Потери питательных веществ в кормах при различных способах заготовки и хранения : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.02.02 / Тамаровская Валентина Викторовна ; Алма-Ат. зооветерин. ин-т. – Алма-Ата, 1989. – 21 с.
7. Бубенщиков, Е. П. Сенаж в упаковке – технология вашего успеха: руководство по технологии / Е. П. Бубенщиков, В. М. Гуляев. – Пермь : Крестьянский дом, 2010. – 60 с.
8. Приготовление сенажа: рекомендации / ГНУ ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. – М. : ФГУ РЦСК, 2007. – 14 с.
9. Гуляев, В. М. Второе рождение старого корма, или как показал себя на практике «сенаж в упаковке» / В. М. Гуляев // Крестьянские ведомости. – 2001. – № 21–22. – С. 24–27.
10. Кузнецов, М. Ю. Влияние сенажа, приготовленного по новой технологии, на продуктивность дойных коров : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.02.02 / Кузнецов Максим Юрьевич. – Саранск, 2005. – 19 с.
11. Гальков, В. Ю. Совершенствование процесса подготовки рулонов сенажа для приготовления кормосмесей : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Гальков Виталий Юрьевич ; Мичурин. гос. аграр. ун-т. – Мичуринск, 2015. – 19 с.