

3. Чкалова М.В. Повышение эффективности приготовления комбинированных кормов на основе применения ультрадисперсных материалов/ М.В. Чкалова, В.Д. Павлидис// Актуальные проблемы формирования кадрового потенциала для инновационного развития АПК: Сб. науч. тр. – Минск, РБ (2018).

4. Нормы технологического проектирования предприятий по производству комбикормов. [Электронный ресурс] / Библиотека гостей, стандартов и нормативов. – Режим доступа: <http://infosait.ru>, свободный. (Дата обращения: 23.03.2020 г.)

5. Павлидис В.Д. Математическое моделирование технологических процессов в сельскохозяйственном производстве / В.Д. Павлидис, М.В. Чкалова // Кормопроизводство. – 2008. – № 10.

6. Notova S. Change of Elemental Composition in Muscular Tissue and Hair under Food Stress//Biosciences Biotechnology Research Asia. – V. 12. – P. 25–31. (2015)

7. Чкалова М.В. Некоторые аспекты функционирования технологических линий по производству комбикормов на примере предприятий Оренбургской области / М.В. Чкалова, В.А. Шахов, Е.М. Бурлуцкий // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем: Сб. науч. тр. – Оренбург, 2018, с. 159–167.

8. ОАО «Оренбургский комбикормовый завод» [Электронный ресурс] / официальный сайт. – Режим доступа: <http://orenkz.ru>, свободный. (Дата обращения: 23.03.2020 г.)

**УДК: 631.363.1**

**Э.В. Дыба**, канд. техн. наук, доцент, **В.В. Микульский**, канд. техн. наук, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск

**Т.А. Непарко**, канд. техн. наук, доцент,

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ТРАМБОВКИ КОРМОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВИБРОДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК**

**Ключевые слова:** корма, сенаж, силос, виброуплотнитель, сохранность кормов, кормовая единица, уплотнение, сохранность, качество.

**Keywords:** fodder, senage, silo, vibration damper, fodder safety, fodder unit, compaction, safety, quality.

**Аннотация:** В статье представлены результаты исследований по обоснованию технологических параметров виброуплотнителя кормов МВК-5 методом регрессионного анализа.

**Abstract:** The article presents the results of studies on substantiation of technological parameters of the fodder vibration damper by MVK-5 regression analysis method.

Мировым опытом доказано, что продуктивность сельскохозяйственных животных и эффективность животноводческой отрасли на 60 % зависят от уровня кормления и качества основных видов кормов. В структуре кормового баланса для крупного рогатого скота в настоящее время и на ближайшую перспективу остаются основные виды кормов, заготавливаемые из трав и силосных культур – сено, сенаж, силос. Для нужд отечественного животноводства в республике ежегодно заготавливается свыше 25 миллионов тонн сенажа и силоса с хранением в траншейных хранилищах. Основными факторами, определяющими уровни качества и потерь в процессе заготовки, являются: пригодность (фаза вегетации) растений к началу уборки; влажность сенажной и силосной массы; плотность укладки массы; герметичность укрытия (упаковки) и продолжительность заполнения хранилища. Невыполнение любого из этих факторов ведет к потерям питательных веществ как в процессе заполнения хранилища, так и в процессе хранения корма. Оптимальные значения факторов установлены, экспериментально апробированы на практике и приведены в ТНПА [1, 2].

Для реализации инновационных технологических процессов заготовки основных видов кормов из трав и силосных культур в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» создан и поставлен на производство комплекс машин для заготовки сенажа и силоса в измельченном виде с последующим хранением в траншейных хранилищах. При этом способе хранения основными факторами, определяющими качество кормов, являются плотность массы и герметичность укрытия хранилища.

В настоящее время для уплотнения кормов в траншейных хранилищах применяют колесные тракторы «Кировец» и энергонасыщенные тракторы «Беларус» и импортные машины аналогичного класса, а также созданные и внедренные в производство новый агрегат АЗВК «Амкодор 352-02» и машина «АРУК-5» агрегируемая с трактором класса 5. Перечисленные средства механизации обеспечивают уплотнение сенажа до плотности от 500 до 550 кг/м<sup>3</sup>, кукурузного силоса – от 600 до 650 кг/м<sup>3</sup>, при этом часовая производительность осуществляющих уплотнение силосной или сенажной массы агрегатов зависит от массы последних. Так, при уплотнении кукурузного силоса влажностью от 60 до 70 % часовая производительность равна трем массам агрегата, а при уплотнении сенажной массы – двум массам агрегата.

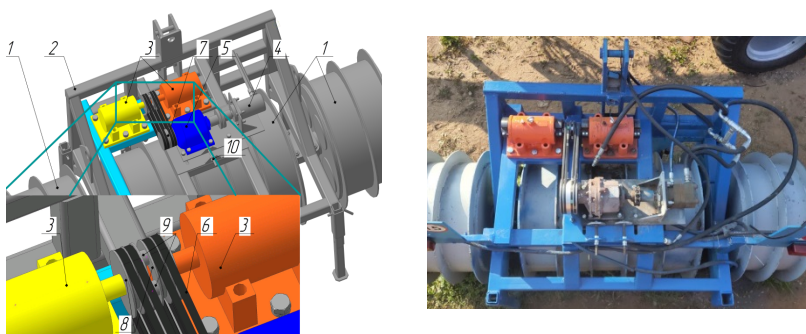
В настоящее время технические возможности применяемых комплексов машин для заготовки силоса и сенажа: косилок, ворошилок, граблей валко-вателей, кормоуборочных комбайнов, транспортных средств, по

основному показателю назначения – производительности, обеспечивают дневную наработку до 700 т сенажа, а силоса – свыше 1000 т, следовательно, производительность агрегатов для уплотнения кормов явно недостаточна и темпы уборочных работ сдерживаются в 1,5–2 раза. В результате не достигается требуемого качества кормов и возрастают потери.

Известные агрегаты для уплотнения кормов осуществляют уплотнение под действием статической нагрузки, значение которой определяется величиной массы агрегата и площадью опорной поверхности ходовой системы. На практике для повышения нагрузки увеличивают массу агрегатов путем навешивания дополнительных грузов. Однако препятствием для наращивания массы агрегатов становятся допустимые нагрузки на оси тракторов. Производительность агрегатов этим способом уже доведена до предельного значения.

Исследования, проведенные заводами-изготовителями катков, показали, что в сравнении с обычным прикатыванием только колесами трактора, применение специальных катков увеличивает плотность кормов до 30 % [3, 4], благодаря чему увеличивается вместимость силосных ям, уменьшается содержание воздуха в трамбуемой массе, а, следовательно, снижается коэффициент газонасыщенности материала, обеспечивающий высокую их сохранность и качество. Однако, несмотря на вышесказанное, применение статических катков в траншейных хранилищах весьма ограничено в виду их низкой производительности – до 30 % ниже применяемого отечественного комплекса техники для их заготовки. Как результат – сдерживание темпов уборочных работ, а, следовательно, и рост потерь кормов [5].

Анализируя известные способы [6–12], влияющие на скорость трамбовки кормов с приложением на последних вертикальных сил, было предложено осуществлять трамбовку кормов под действием вибродинамических нагрузок, для чего был разработан макетный образец виброуплотнителя кормов МВК-5 массой 5 т (рисунок 1).



1 – набор секций катков; 2 – рама с навеской; 3 – механические вибраторы ЭВ-422; 4 – гидромотор; 5 – редуктор; 6 – клиноремная передача; 7 – четырех ручейковой шкив; 8 – двух ручейковой шкив; 9 – втулки; 10 – натяжитель

**Рисунок 1. Вибрационный уплотнитель кормов МВК-5**

Макетный образец вибрационного уплотнителя кормов МВК-5 включает следующие основные узлы: набор секций катков 1, раму с навеской 2, для навешивания на трактор и двух механических вибраторов (ЭВ-422) 3. Привод вибраторов осуществляется от гидромотора 4, через редуктор 5 посредством четырех ручейковой клиноременной передачи 6 от шкива 7, обеспечивающий передачу крутящего момента к двум ручейковым шкивам 8 вибраторов 3. Синхронная работа механических вибраторов обеспечивается благодаря вставным втулкам 9, установленные в глухие отверстия шкивов 8 вибраторов 3, расположенных в торцевой их части и служат в качестве соединительной муфты. Натяжение ремней осуществляется натяжителем 10.

Согласно выполненному анализу, оптимальными параметрами виброуплотнителя кормов МВК-5, при которых обеспечивается наилучшая трамбовка силосной массы (кукурузы), являются следующие значения: статический момент дебаланса – 18,65 кг·см; частота вращения дебаланса – 2878 мин<sup>-1</sup>; вынуждающая сила вибратора – 16,9 кН. При таких параметрах плотность силоса после релаксации составила 767,4 кг/м<sup>3</sup>, что на 17 % выше, чем при работе уплотнителя без оказания вибродинамических нагрузок. Влияние вибродинамических нагрузок позволило ускорить процесс трамбовки силосной массы до 25 %, увеличить производительность агрегата в час сменного времени на 16 %, а именно с 37,0 до 43 т/ч, соответственно снизить удельный расход топлива тракторного агрегата с 0,43 кг/т до 0,37 кг/т, т.е. на 14,0 %.

Результаты исследований свидетельствуют о высокой эффективности вибродинамических нагрузок на процесс трамбовки кормовой массы. Так исследованиями установлено, что в сравнении с обычной трамбовкой силосной массы, только массой катка, применение дополнительных вибродинамических нагрузок позволяет не только ускорить процесс трамбовки кормовой массы, но и обеспечить более эффективное вытеснение из неё воздуха, приводя общий объём последних к одинаковой плотности.

#### **Список использованной литературы**

1. Сенаж. Технические условия: ГОСТ 23637–90. – Введ. 01.05.91. – Москва: Межгосударст. стандарт: ИПК издательство стандартов, 2003. – 8 с.
2. Силос из кормовых растений. Общие технические условия: ГОСТ 55986–2014. – Введ. 01.07.2015. – Москва: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 2014. – 10 с.
3. Протокол № 020 Б1/4–2016 приемочных испытаний агрегата для распределения и уплотнения кормов в хранилищах АРУК-5 / ГУ «Белорусская МИС». – Привольный, 2016. – 73 с.
4. Уплотнитель зеленой массы - выбор профессионалов // Официальный сайт компании Светич [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <http://svetich.info/publikacii/mehанизатор/uplotnitel-zelenoi-massy-vybor-professio.html>. – Дата доступа: 20.04.2021.
5. Бакач, Н.Г. Пути обеспечения качества кормов в траншеях / Н.Г. Бакач, И.М. Лабозкий, М.В. Иванов // Вестник ВНИИМЖ. 2018. – №3. – С. 44–47.

6. Особов, В.И. Машины и оборудование для уплотнения сено-соломистых материалов / В.И. Особов, Г.К. Васильев, А.В. Голяновский // – М.: Машиностроение, 1974. – 231 с.

7. Трамбовщик силоса: пат. 803899 СССР, МПК 01 F 25/16 / В.Ф. Кузьменко; заявитель Украинский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. – № 2811789; заявл. 30.08.1979; опубл. 15.02.1981.

8. Трамбовщик силоса: пат. 576093 СССР, МПК 01 F 25/16 / Г.И. Назаров и др.; заявитель Московский институт инженеров сельскохозяйственного производства им. В.П. Горячкина. – № 2195626; заявл. 12.04.1975; опубл. 15.10.1977.

9. Вибрационный трамбовщик силоса: пат. 685205 СССР, МПК 01 F 25/16 / А.П. Якименко [и др.]; заявитель Московский институт инженеров сельскохозяйственного производства им. В.П. Горячкина. – № 2593461; заявл. 21.03.1978; опубл. 15.09.1979.

10. Колесников, П.Т. Исследование процесса уплотнения силосуемой массы и расчета параметров уплотнителей: автореф. дисс. канд. техн. наук.: 05.20.01 / П.Т. Колесников. – М.: 1960. – 34 с.

11. Кереселидзе, Н.И. Обоснование технологии уплотнения растительной массы и режимных параметров тракторного трамбовщика для траншейных кормохранилищ: дисс. канд. техн. наук.: 05.20.01 / Н.И. Кереселидзе. – Тбилиси, 1984 – 145 л.

12. Герсеванов, Н.М. Теоретические основы механики грунтов и их практические применения / Н.М. Герсеванов, Д.Е. Польшин. – М.: Стройиздат, 1948. – 248 с.

**УДК 631.319.4**

**А.И. Кадомцев**, *ст. преподаватель,*  
**А.В. Прохоров**, *канд. техн. наук, доцент,*  
**С.М. Ведишев**, *д-р техн. наук, профессор,*  
**А.Г. Павлов**, *канд. с.-х. наук, доцент,*

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,  
г. Тамбов*

## **ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ СИДЕРАТОВ**

**Ключевые слова:** сидераты, технология, измельчение, заделка

**Key words:** siderates, technology, grinding, sealing

**Аннотация:** В статье рассматриваются существующие технологии измельчения и заделки сидератов, а также по результатам существующих исследований обоснованы оптимальные параметры измельченной растительной массы.