

Пуцько А.И., кандидат технических наук, доцент¹

Дыба Э.В., кандидат технических наук, доцент²

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ВНУТРЕННЕЙ ОЧИСТКИ КОРМОВЫХ СИЛОСОВ

Резюме

В статье проанализированы технологии и конструкции существующих устройств для внутренней очистки силосов от различных физико-биологических загрязнений.

Ключевые слова: хранилище, силос, загрязнения, микотоксины, устройство очистки.

Summary

The article analyzes the technologies and designs of existing devices for internal cleaning of silos from various physico-biological contaminants.

Keywords: storage, silage, pollution, mycotoxins, cleaning device.

Поступила в редакцию 07.12.2022 г.

ВВЕДЕНИЕ

Производство высококачественной, безопасной и конкурентоспособной продукции в сельском хозяйстве невозможно без должного внимания к вопросам производства кормов. При этом важная роль отводится их качеству, в частности, питательной ценности и отсутствию инородных загрязнений, в т.ч. биологического происхождения.

На молочно-товарных фермах и особенно на свиноводческих и птицеводческих комплексах для хранения комбикормов широко используются хранилища в виде сборных металлических бункеров (силосы). В процессе их эксплуатации на внутренней поверхности оборудования, особенно на конусных частях, создаются участки с плотными образованиями. Среди основных причин – образование конденсата (зимой), появление мест протеканий из-за негерметичности конструкции, попадание влаги во время загрузки бункера материалом. В теплый период с течением времени могут возникнуть очаги проросшей зерновой массы, мха, плесени.

В процессе хранения в результате биологических изменений зерно, комбикорма снижают свою питательную ценность из-за появления патогенной микрофлоры, размножения и дальнейшего распространения зерновых вредителей. Осо-

бую опасность представляет заражение кормов микотоксинами. Они влияют на организм животного многими способами, самый существенный из которых – ослабление иммунной системы, что может привести к различным проблемам, включая учащение появления отдельных болезней (мастит, метрит, задержка плаценты и т.д.). Микотоксины также могут поражать различные желудочно-кишечного тракта, печень и иммунную систему, существенно влияют на продуктивность и в экстремальных случаях приводят к смерти. Эти токсичные продукты могут накапливаться в технологическом оборудовании производственных линий, поскольку чистка и санация этого оборудования, как правило, проводится редко [1].

Для предупреждения развития и накопления патогенных микроорганизмов, возбудителей инфекционных болезней, с целью снижения уровня бактериологической обсемененности необходимо проводить ветеринарно-санитарные мероприятия и регулярную дезинфекцию оборудования для хранения кормов. Очистка внутренней поверхности силоса необходима не только для уничтожения благоприятной среды существования и размножения зерновых вредителей, но и для удаления поверхностного слоя зерновой пыли, что существенно снижает угрозу пожара и взры-

ва, повышает точность работы измерительных приборов (термодатчиков, влагомеров, сигнализаторов уровня).

В настоящее время в нашей республике внутренняя очистка емкостных хранилищ на молочно-товарных фермах и комплексах не производится. Состояние внутренней поверхности данного оборудования с точки зрения биологической безопасности вызывает серьезные нарекания. А в условиях постоянного замещения хранимого корма по мере использования происходит его повторное заражение.

Поэтому вопрос применения устройств для эффективной очистки внутренних поверхностей кормовых силосов в соответствии с ветеринарно-санитарными требованиями является актуальным и требующим изучения.

Для оценки существующих технологий и технических решений, а также определения дальнейшего направления совершенствования существующих конструкции устройства очистки проведен анализ разработок, применяемых в этой области.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Важность существующей проблемы неоднократно освещалась в отечественной и зарубежной печати. Известный научный тематический журнал о мукомольном и зерновом производстве «Global Milling» ставит проблему очистки емкостных хранилищ в череду важнейших, особенно в условиях возрастающих случаев вспышек инфекционных заболеваний на животноводческих и птицеводческих предприятиях [2].

Особо необходимо отметить актуальность данной проблемы в свете требова-

ний Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна», в котором отражены обязательные для применения и исполнения требования к зерну и связанные с ними требования к процессам производства, хранения, перевозки, реализации и утилизации в целях защиты жизни и здоровья человека, имущества, окружающей среды, жизни и здоровья животных и растений. Аналогичные требования изложены и в проекте Технического регламента Таможенного союза «О безопасности кормов и кормовых добавок».

Литературные источники свидетельствуют, что разработки специализированных устройств для очистки силосов от остатков материалов ведутся более 20 лет [3]. Самый распространенный сегодня способ очистки емкостных хранилищ – это очистка вручную с привлечением промышленных альпинистов и подъемной техники. Однако такие работы очень трудоемки и затратны. Очистка силосов является опасным для здоровья альпинистов видом работ, требует применения специального снаряжения и оборудования, четкого соблюдения правил техники безопасности. В отличие от обычных высотных работ, во время очистки силосов работникам приходится выполнять трудоемкие задачи в условиях замкнутого сильно запыленного пространства, применять противогазы с целью обеспечения чистым воздухом. Также необходимо организовать безопасную (низковольтную) систему освещения и использовать индивидуальные компактные осветительные приборы (рисунок 1).



Рисунок 1. – Очистка емкостного зернохранилища промышленным альпинистом вручную

Ряд известных зарубежных фирм-производителей предлагают на рынке свои технические решения этой проблемы.

В устройстве GIRONET, разработанном французской компанией «Standard industrie», используется механический манипулятор со сменными рабочими органами, барабан для намотки шланга и гидрав-

лический агрегат либо пневмоустановка [4]. Механизм, состоящий из шарнирного рычага с рабочим органом, находится внутри силоса, оператор же управляет устройствами, располагаясь на крыше силоса, при помощи установки дистанционного управления (рисунок 2).



а – общий вид устройства;
б – применяемый рабочий орган

Рисунок 2. – Устройство GIRONET для внутренней очистки силосов и емкостных хранилищ

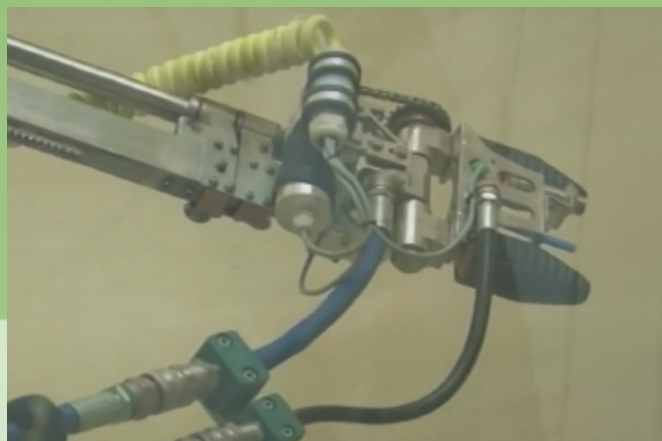
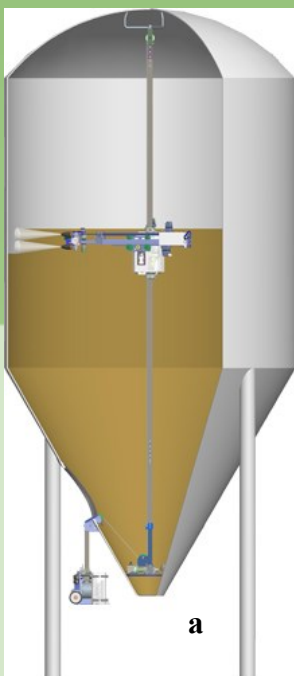
Благодаря вращению шарнирного рычага на 360° и возможности очистки емкостей на глубину до 50 м система GIRONET может использоваться на силосах практически всех видов. Использование пневматической или гидравлической систем привода рабочих органов предотвращает риск взрыва, повышает безопасность работ и не повреждает стенки силосов. В качестве отбойных инструментов, в зависимости от типа и свойств налипшего материала, используются стальные и латунные цепи или пластиковые щетки. Применение данной системы исключает необхо-

димость нахождения человека внутри очищаемого пространства, что гарантирует полную безопасность для его жизни и здоровья. Однако это устройство обеспечивает в первую очередь сводообрушение зависшего материала без возможности воздействия на биологические загрязнения.

Компания «Silo-RoBoFox» (Германия) предлагает передвижной пункт, оснащенный роботизированным манипулятором с гидравлической мойкой высокого давления и дистанционным управлением (рисунки 3, 4) [5].



Рисунок 3. – Общий вид передвижного пункта для внутренней очистки силосов компании «Silo-RoBoFox» (Германия)



б

а – схема конструкции; б – манипулятор с гидравлическими насадками

Рисунок 4. – Роботизированный манипулятор очистки бункеров компании «Silo-RoBoFox» (Германия)

Среди преимуществ данной системы можно отметить следующие:

- полная безопасность для операторов, так как применение оборудования исключает необходимость присутствия человека внутри силоса;
- возможность регулирования интенсивности воздействия на материал в широком диапазоне;
- небольшая масса, легкость транспортировки и хранения;
- наличие антистатических свойств, предотвращающих риск возникновения искры;
- простота установки и эксплуатации: достаточно двух операторов для установки системы и одного оператора для ее работы.

Главным недостатком устройства является высокая стоимость (более 40 000 евро), а также сложность конструкции, ограниченность применения из-за различия геометрии используемых кормовых силосов.

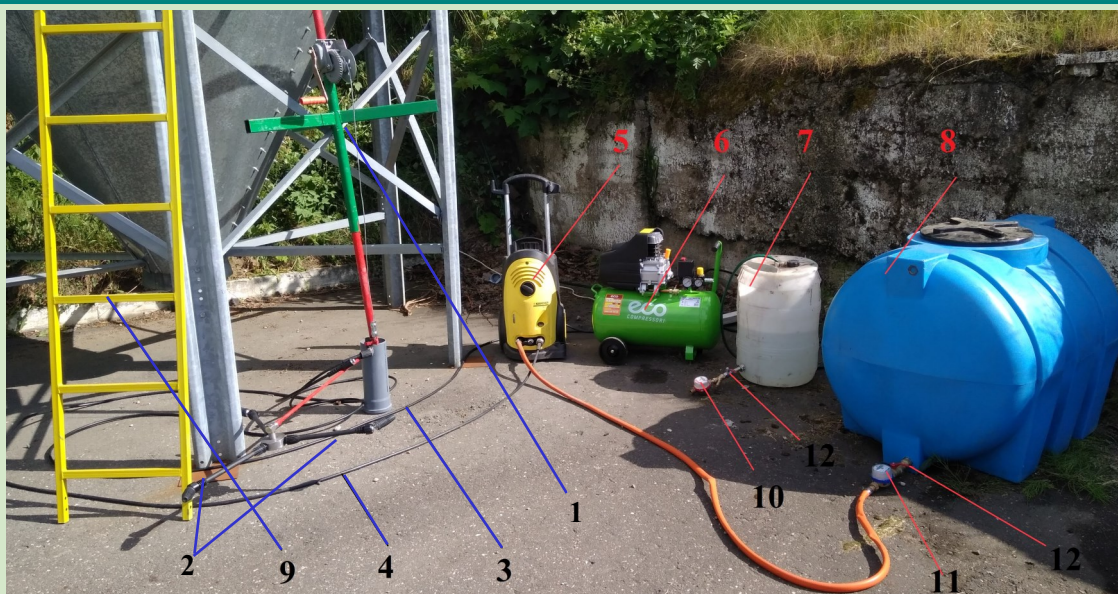
В РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» в рамках научного проекта «Исследование процесса внутренней очистки бункеров для хранения кормов на животноводческих фермах от физико-биологических загрязнений с обоснованием конструктивно-кинематических параметров устройства обработки» (ГПНИ «Качество и эффективность агропромышленного производства») разработана конструкция макетного устройства

для очистки и дезинфекции внутренней поверхности бункеров (силосов) от остатков кормов.

Оно состоит из манипулятора 1, оснащенного тремя пневмогидравлическими насадками 2, к которым подводятся шланги высокого давления для подключения к пневматической 3 и гидравлической 4 магистралям, мойка высокого давления 5, компрессора 6, емкости для дезинфицирующего раствора 7 со счетчиком расхода 10, резервуара для омывающей жидкости 8 со счетчиком расхода 11, лестницы 9, шаровых кранов 12. Общий вид установки представлен на рисунке 5.

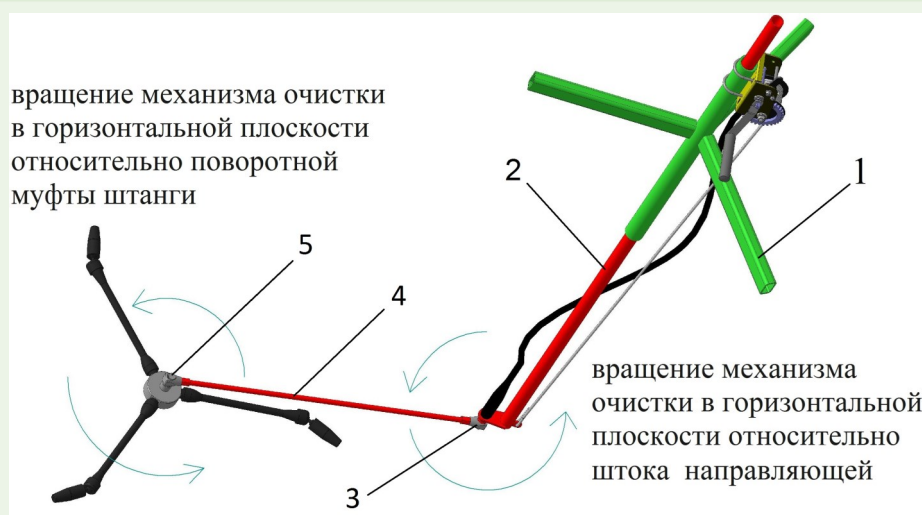
Манипулятор (рисунок 6) представляет собой сборную конструкцию, состоящую из направляющей 1, в верхней части которой установлена лебедка, предназначенная для опускания и подъема штока. В нижней части штока 2 смонтирован штуцер с двумя быстросъемными соединениями. К внешнему соединению штуцера присоединяется пневматическая или гидравлическая магистраль высокого давления, к внутреннему – поворотная муфта 3, обеспечивающая вращение механизма очистки на 360°.

Две поворотные муфты 3 и 5, установленные на концах штанги 4, обеспечивают двойное вращение механизма очистки в горизонтальной плоскости: первое – относительно штока 2 направляющей 1, второе – относительно поворотной муфты 5 штанги 4.



- 1 – манипулятор; 2 – пневмогидравлические насадки; 3, 4 – шланги подключения пневматической и гидравлической магистралей; 5 – насос высокого давления; 6 – компрессор; 7 – емкость для дезинфицирующего раствора; 8 – резервуар для оmyвающей жидкости; 9 – лестница; 10 – счетчик расхода дезинфицирующего раствора; 11 – счетчик расхода оmyвающей жидкости; 12 – кран шаровой

Рисунок 5. – Общий вид устройства для внутренней очистки бункеров для хранения кормов



- 1 – направляющая; 2 – шток; 3 и 5 – поворотные муфты; 4 – штанга

Рисунок 6. – Манипулятор

По результатам испытаний [6] разработанная установка обеспечивает технологическую очистку внутренней поверхности бункера от остатков кормов и патогенной микрофлоры. С учетом того, что в процессе работы используется мойка высокого давления с грязевой фрезой, достигается требуемое качество и производительность. Не-

достатком предлагаемой конструкции является сложность очистки конической (нижней части) поверхности бункеров, а наилучшие результаты достигаются на цилиндрической вертикальной поверхности.

Результаты проведенных исследований показали, что разработанная макетная установка устройства обработки бункеров

для хранения кормов обеспечивает очистку внутренней поверхности бункеров (силосов) от остатков кормов, патогенной микрофлоры, мха, плесени, что в свою очередь позволяет сохранить качество кормов в емкостных хранилищах и продлить срок эксплуатации оборудования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ существующих способов и технических средств показал наличие широкой гаммы устройств, применяемых для очистки внутренней поверхности емкостных хранилищ: от ручной механической

очистки до мобильных автоматизированных систем.

Учитывая разнообразие физико-механических свойств загрязнений внутри силосов и различие их конструкций, наиболее перспективной конструктивно-технологической схемой устройства обработки будет использование манипулятора со сменными рабочими органами. Это позволит выполнить сводообрушение материала при механической очистке или гидравлическую промывку с моюще-дезинфицирующими раствором при санитарной обработке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головня, Е. Я. Распространение микотоксинов в кормах для КРС / Е. Я. Головня // *Комбикорма*. – 2013. – № 2. – С. 63–65.
2. Deep cleaning your silo: keep them clean and pest-free // *Global Milling*. – 2015. – V. 2.
3. Юдин, В. М. Применение современных ресурсосберегающих технологий очистки машин и оборудования в сельском хозяйстве / В. М. Юдин. – М. : Информагротех, 1998. – 48 с.
4. Каталог разработок фирмы Gironet [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.standard-industrie.com>. – Дата доступа: 02.12.2022.
5. Каталог разработок фирмы Silo-RoBoFox [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.silo-robofox.de>. – Дата доступа: 02.12.2022.
6. Исследование процесса внутренней очистки бункеров для хранения кормов на животноводческих фермах от физико-биологических загрязнений с обоснованием конструктивно-кинематических параметров устройства обработки: отчет о НИР (заключ.) / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2018. – № ГР 20171637.

ТАЛПАН

**ПРЕПАРАТ
ВЕТЕРИНАРНЫЙ**

оказывает
акарицидное
контактное действие
против взрослых
форм клещей
Varroa destructor,
паразитирующих
на пчелах

лечение
пчел при варроатозе
весной и в летне-
осенний период после
откачки товарного меда
при температуре
воздуха от плюс 10 °C
до плюс 25 °C

содержит
муравьиную
и щавелевую
кислоту

WWW.BIEVM.BY