Инженерно-технологический факультет,

специальность – механизация сельского хозяйства, 4 курс,

кафедра механизации

Аброськин Андрей Николаевич

Марков Максим Владимирович

Дроздов Сергей Игоревич

Исследования в области технических наук

Внесение жидких консервантов

с Электростатической активацией в силосопроводе

кормоуборочного комбайнА

*Актуальность темы*. Повышение качества и сохранности силосных кормов из высокобелковых культур является одним из главных направлений развития и совершенствования кормопроизводства Нечерноземной зоны. В настоящее время в Российской Федерации широко применяются высокопроизводительные кормоуборочные комбайны, которые позволяют в короткий срок заготовить необходимые объемы кормов. Особенностью внесения консервантов на данных машинах является впрыск в пневмокормовой поток, обладающий высокими скоростными характеристиками, что связано с потерями препаратов и низкой равномерностью их распределения в кормовой массе. Выбор и обоснование способа внесения жидких консервантов с последующей разработкой устройства для его осуществления, обеспечивающего выполнение действующих агротребований, является актуальной инженерной задачей.

*Целью* данной работы является снижение неравномерности внесения жидких консервантов посредством электростатической активации капель в силосопроводе кормоуборочного комбайна.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие *задачи:*

– обосновать способ и схему устройства для внесения жидких консервантов с электростатической активацией капель;

– изучить характер взаимодействия заряженных капель консерванта с растительным материалом;

– практически апробировать предложенное устройство и оценить его экономическую эффективность в производственных условиях.

Как показывает производственный опыт, эффективность применения консервантов практически полностью определяется качеством их внесения, т.е. равномерностью распределения в растительном материале, что в свою очередь предъявляет жесткие требования к технологии и конструкции применяемого оборудования.

Некоторые зарубежные изготовители устанавливают оборудование для внесения консервантов непосредственно на кормоуборочных комбайнах. В частности, фирма CLAAS комплектует самоходные измельчители JAGUAR серии 830÷ 980 дополнительным баком для консерванта емкостью 270 л. Подача консерванта осуществляется через всасывающее отверстие ускорителя измельчённой массы. Изменение количества подаваемого консерванта производится сменными распылителями оранжевого (18 л/ч), жёлтого (28 л/ч), голубого (43 л/ч) и красного (58 л/ч) цветов в зависимости от максимальной производительности измельчителя в пределах от 70 до 230 т/ч.

Учитывая, что скорость кормового потока после ускорителя достигает 68 м/с, время нахождения растительной массы в кормопроводе не превышает 0,1…0,12 с. При таком коротком временном интервале консервант не успевает впитаться растительной массой и значительная его часть выносится воздушно-кормовым потоком в атмосферу. Потери консерванта вследствие выдувания могут достигать 30 % и более.

Изучение устройств, используемых для управления процессами диспергирования, движения и осаждения рабочих жидкостей, показывает их эффективность в различных технологических процессах (например, электростатические краскопульты), в том числе и в сельскохозяйственных (применение электростатической зарядки капель на опрыскивателях в садах и виноградниках). Это позволило рассмотреть также возможность использования электростатической зарядки для активации осаждения и проникновения капель консерванта в пневмокормовой поток на кормоуборочном комбайне.

На кафедре механизации СмГСХА совместно с учеными Белорусского государственного аграрного университета предложен способ внесения жидкого консерванта и устройство для его практической реализации.

Устройство состоит из двух частей: *системы подачи консерванта,* включающей емкость для консерванта, фильтр, насос, регулятор давления, распылительную форсунку; *системы активации распыла,* включающей зарядный электрод, диэлектрическую вставку с проводящим экраном; высоковольтный преобразователь, позволяющий подавать высокое напряжение в диапазоне 3–40 кВ и работающий от бортовой системы электропитания кормоуборочного комбайна (24 В).

Работает оборудование следующим образом. Жидкий консервант из бака-емкости через фильтр насосом подается к распыливающей форсунке и впрыскивается в поток измельченного растительного материала, движущегося по силосопроводу под действием энергии ускорителя выброса растительной массы. На противоположной стенке силосопровода установлен проводящий экран, изолированный от корпуса силосопровода диэлектрической вставкой.

Высоковольтный преобразователь напряжения наводит между проводящим экраном и электродом распыливающей форсунки поле высокого напряжения, в котором заряженные капли, во-первых, более активно проникают в слой движущегося растительного материала, а, во-вторых, активнее осаждаются на поверхности частиц корма, что очень важно для уменьшения потерь консерванта до того, как частицы корма будут выгружены в транспортное средство.

*Программой лабораторных исследований* предусматривалось определение характера взаимодействия факела распыленного до мелкодисперсного состояния рабочего раствора (консерванта) с набором сетчатых дисков, установленных в рабочей камере на определенном расстоянии друг от друга, равном структурному параметру растительного материала для данных условий опыта. Основным критерием оценки указанного взаимодействия был принят коэффициент вариации ν, % (неравномерность внесения).

Анализ результатов исследования показал, что при внутриобъёмном внесении количество впрыснутого консерванта распределяется весьма неравномерно по мере удаления от сопла, причем, чем меньше напор, тем выше эта неравномерность. Так при напоре 0,1 МПа на участке 0...0,035м задерживается (поглощается) до 80% консерванта и лишь 3...5% достигают участка с радиусом L = 0,135м. С увеличением напора до 0,6 МПа эта неравномерность снижается (распределение дозы выравнивается) с 33% на участке 0,035м до 10,5% на расстоянии 0,2 м.

Расчеты коэффициента вариации ν,% по результатам этой серии опытов показали, что без электростатической активации неравномерность внесения рабочего раствора может достигать 100% и более.

На втором этапе опыты проводились с электростатической активацией процесса впрыска. Установлено, что с возрастанием напряжения активации до 30 кВ при тех же условиях опыта неравномерность внесения снижается с 29 до 20%.

Проведенные лабораторные опыты по электризации распыла подтвердили эффективность применения предлагаемого способа и устройства.

Решение компромиссной задачи позволило установить, что минимальная неравномерность 20 % в траншейном хранилище и допустимые потери консерванта 6 % достигаются, при внесении на кормоуборочном комбайне КВК-800 с начальной скоростью впрыска консерванта 14,9 м/c и напряжением электростатической активации 37 кВ.

На основании полученных закономерностей обосновано место установки распылительной форсунки на силосопроводе кормоуборочного комбайна КВК-800, соответствующее минимальному значению неравномерности внесения консерванта на выходе из силосопровода 24 %, которое достигается при установке распылительной форсунки на расстоянии 2,75 м от ускорителя выброса.

Для проведения лабораторно-полевых испытаний совместно с учеными Белорусского государственного аграрного технического университета (БГАТУ) был изготовлен экспериментальный образец оборудования для электростатической активации и внесения жидких консервантов, который монтировался на силосопроводе серийного кормоуборочного комбайна КВК-800. Для подачи консерванта использовался серийный комплект оборудования, монтируемого на мостике кормоуборочного комбайна.

В РУП «Экспериментальная база «Жодино» Минского района (Республика Беларусь) была проведена производственная проверка экспериментального образца оборудования на кормоуборочном комбайне КВК-800 с закладкой траншейного силосохранилища емкостью 3000 тонн. Результаты анализов проб заготовленного корма показали, что в каждой тонне заготовленного силоса содержится в среднем на 15 кормовых единиц больше, чем в силосе без консервантов.

Представлен расчет экономической эффективности применения оборудования для внесения жидких консервантов с электростатической активацией при внесении на кормоуборочном комбайне.

С использованием предложенной модели анализировались следующие технологии заготовки стебельчатых кормов: измельчение с закладкой в траншейные силосохранилища; заготовка в тюках с последующим штабелеванием и укрытием штабеля плёнкой; измельчение с упаковкой в плёночные рукава; заготовка в рулонах и тюках с обмоткой плёнкой. Так, с увеличением убираемой площади с 80...120 до 1000...1500 га эффективность их применения возрастает в среднем на 45...52%. В условиях крупномасштабного производства приведенные затраты на заготовку 1 т к.ед. с использованием самоходных комбайнов на 12...15% ниже по сравнению с применением подборщиков-полуприцепов и на 25...32,6% ниже по сравнению с заготовкой провяленной травы в тюках с последующим штабелеванием и укрытием штабеля плёнкой. Наибольших затрат требует штучная технология с обмоткой каждого тюка плёнкой, затраты на реализацию которой выше чем у измельчителей для указанных площадей соответственно на 29 и 13%. Следует отметить также, что расход плёнки на герметизацию корма по штучной технологии составляет 14 кг/га и превышает потребность в этом материале для укрытия траншейных силосохранилищ более чем в 7 раз.

При наличии достаточного количества силосохранилищ самым эффективным способом заготовки является применение кормоуборочных комбайнов, а при необходимости строительства новых хранилищ - применение рулонных пресс-подборщиков с последующей обмоткой или герметичным укрытием рулонов плёнкой. Расчёты показывают также, что при прочих равных условиях применение рулонных пресс-подборщиков наряду с самоходными измельчителями обеспечивает минимальные трудозатраты.

Расход топлива по всему УТК с внесением консервантов на комбайнах на 15...19% ниже по сравнению с другими вариантами внесения, так как в этом случае не снижается производительность трамбовщиков и нет задержки транспортных средств.

**Список публикаций по теме научной работы**

1. Марков, М.В., Аброськин, А.Н., Дроздов, С.И. Современные технологии заготовки силоса// Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: материалыстуденческой научно-практической конференции с международным участием, Смоленск, 27 марта 2014 г. – Смоленск: ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА», 2014.

2. Марков, М.В., Аброськин, А.Н. Электронно-ионный способ обработки плющеного зерна жидкими реагентами // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: материалыстуденческой научно-практической конференции с международным участием, Смоленск, 27 марта 2014 г. – Смоленск: ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА», 2014.