

П. В. Авраменко¹, С. В. Крылов¹, Т. В. Бойко¹, Ю. Л. Салапура²

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь
e-mail: minsk777@tut.by

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь
e-mail: labmkr@yandex.ru

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ВНЕСЕНИИ ЖИДКИХ КОНСЕРВАНТОВ НА ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ КОРМОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНАХ

В статье представлены теоретические и экспериментальные исследования по обоснованию способа и устройства дозирования консервантов на самоходных высокопроизводительных кормоуборочных комбайнах.

Ключевые слова: комбайн, консерванты, неравномерность, корма.

P. V. Auramenka¹, S. V. Krilov¹, T. V. Boiko¹, Y. L. Salapura²

¹Educational establishment «Belarusian state agrarian technical university»
Minsk, Republic of Belarus
e-mail: minsk777@tut.by

²RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»
Minsk, Republic of Belarus
e-mail: labmkr@yandex.ru

PROVISION OF QUALITATIVE INDICATORS FOR LIQUID CONSERVANTS AT HIGH-PRODUCTIVE FEEDING COMBINES

The article presents theoretical and experimental studies to substantiate the method and device for dosing preservatives on self-propelled high-performance forage harvesters.

Keywords: harvester, preservatives, variation, forage.

Введение

Современные технологии заготовки консервированных сочных кормов из трав и силосных культур предполагают при уборке в неблагоприятных погодных условиях применение химических или биологических консервантов.

Установлено, что эффективность применения консервантов зависит от качества их внесения, которое должно соответствовать агропотребованиям [1–5]: отклонение от заданной дозы внесения и неравномерность распределения препарата не должны превышать 20 %.

Несоблюдение данных показателей резко снижает эффективность применения консервантов.

В настоящее время широкое распространение получил наиболее технологичный и энергоэффективный метод внесения жидких консервантов на мобильных кормоуборочных агрегатах. При этом наиболее перспективным (технологически состоятельным) является внесение консерванта в силосопровод. Тем не менее использование классических методов и способов, разработанных и исследованных в 80-х и 90-х годах, становится проблематичным, так как данные работы выполнены на кормоуборочных машинах (снятых с производства) с пропускной способностью от 1 до 8 кг/с и диапазоном скоростей потока 30–38 м/с [6–8]. Современные высокопроизводительные комбайны, которые активно начали применять хозяйства нашей республики в технологии заготовки консервированных кормов, имеют пропускную способность от 11 до 41 кг/с, иную конфигурацию технологического тракта и существенно более высокую скорость пневмокормового потока – 70 м/с и выше.

Целью данной работы является исследование и обоснование путей обеспечения необходимых качественных показателей процесса внесения жидких консервантов в силосопровод кормоуборочного комбайна.

Основная часть

Неравномерность внесения жидкого консерванта, согласно ТКП 195–2009 (02150), оценивается коэффициентом вариации содержания консерванта в массе измельченного растительного материала, который определяется согласно выражению [9, с. 15]:

$$v = \sigma / V_{\kappa, cp} = \sqrt{\sum (V_{\kappa, i} - V_{\kappa, cp})^2 / (n_o - 1)} / V_{\kappa, cp} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где σ – среднее квадратичное отклонение, л/кг;

$V_{\kappa, cp}$ – среднее значение содержания консерванта в массе корма, л/кг;

$V_{\kappa, i}$ – локальное содержание консерванта в каждой пробе корма, л/кг;

n_o – количество проб в опыте, шт.

Основной проблемой внесения консерванта на кормоуборочном комбайне является равномерная объемная обработка измельченного растительного материала при отсутствии смешивающих рабочих органов.

Сам процесс внесения консервантов в силосопровод кормоуборочного комбайна представляет собой взаимодействие факела консерванта и пневмокормового потока и, соответственно, состоит из двух подпроцессов: движения распыла консерванта и движения пневмокормового потока, при этом происходит смешивание двух сред: жидкой и твердой.

Проанализируем составляющие общей неравномерности внесения консерванта в пневмокормовой поток.

Согласно рисунку 1, неравномерность внесения консерванта v (%) в выделенный единичный объем V_i состоит из неравномерностей распределения консерванта в трехмерном пространстве по осям Ox , Oy , Oz [10]:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2},$$

где v_x , v_y , v_z – неравномерность распределения консерванта по осям Ox , Oy , Oz , %.

По оси Ox имеет место наибольшая неравномерность внесения $v_x = 28\text{--}34\%$ [10]. Это толщина пневмокормового потока, где для достижения минимальной неравномерности необходимо: 1) обеспечить соотношение глубины проникновения консерванта и толщины пневмокормового потока, при которой неравномерность будет минимальной; 2) обеспечить минимальные колебания толщины пневмокормового потока в месте внесения консерванта.

Изменение толщины потока зависит от мгновенной производительности кормоуборочного комбайна и влияет на глубину проникновения консерванта и, соответственно, на равномерность его распределения по толщине потока. В результате проведенных исследований установлено, что для каждой толщины пневмокормового потока $h_{\kappa n}$ существует оптимальная глубина проникновения консерванта x_{opt} , при которой неравномерность распределения будет минимальной. В частности, получено соотношение $K_v = x_{\kappa} / h_{\kappa n} = 1,71$ [10].

По оси Oy . Это направление движения пневмокормового потока, где минимальная неравномерность внесения достигается установкой равномерной распылительной форсунки, обеспечивающей постоянный расход рабочего раствора с симметричным факелом распыла (щелевой равномерный распылитель).

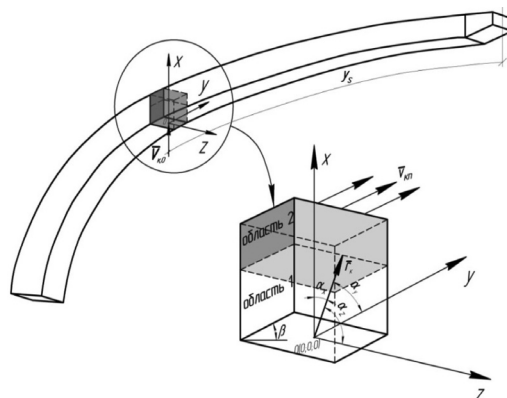


Рисунок 1. – Схема внесения жидкого консерванта в силосопровод кормоуборочного комбайна

При работе кормоуборочного комбайна на номинальном режиме загрузки двигателя показатель v_y составляет 7–8 % [10].

По оси Oz . Это направление пневмокормового потока по ширине, в котором происходят наименьшие колебания по неравномерности, что обеспечивается применением как равномерной распылительной форсунки с симметричным факелом распыла, так и стабильным конструктивным размером технологического тракта кормоуборочного комбайна.

При использовании форсунки с равномерным факелом распыла неравномерность распределения жидкости по ширине факела находится в диапазоне $v_z = 3–4$ % [10].

Рассмотренный комплексный показатель (неравномерность внесения), согласно формуле (1), включает в себя и оценку отклонения локального содержания консерванта от его среднего содержания в корме. С другой стороны, необходимо учитывать количественный показатель (отклонение от заданной дозы).

Отклонение от заданной нормы (дозы) внесения представляет собой разницу между фактическим (нормативным) количеством консерванта $V_{к,ф}$, внесенным в пневмокормовой поток, и средним его количеством $V_{к,ср}$, определенным после обработки:

$$\Delta D = \left[(V_{к,ф} - V_{к,ср}) / V_{к,ф} \right] \cdot 100 \%,$$

где $V_{к,ф}$ – фактическое количество консерванта в пробе корма, л/кг ($м^3/кг$);

$V_{к,ср}$ – среднее количество консерванта в пробе корма, л/кг ($м^3/кг$).

Отклонение от заданной нормы (дозы) внесения зависит от величины отклонения расхода через форсунку ΔD , потерь препарата от сноса воздушным потоком и испарения ($K_{ном}$), а также отклонения (колебания) подачи растительной массы ΔG :

$$\Delta D = f(\Delta D_k, K_{ном}, \Delta G_{кп}).$$

Отклонение ΔD_k фактического расхода консерванта $D_{к,ф}$ от установочного $D_{к,у}$ оценивают по выражению [9, с. 14]:

$$\Delta D_k = (D_{к,ф} - D_{к,у}) / D_{к,у} \cdot 100 \%,$$

где $D_{к,ф}$ – фактический расход консерванта, л/мин ($м^3/с$);

$D_{к,у}$ – установочный расход консерванта, л/мин ($м^3/с$).

Отклонение фактического расхода консерванта ΔD_k зависит от принципиальной схемы и характеристик дозирующего насоса, типа и параметров распылителя, технического состояния системы подачи и ограничено 5 % [11].

В последние годы разработаны и освоены в производстве достаточно надежные и долговечные насосы-дозаторы для внесения средств химической защиты, жидких удобрений, консервантов, обеспечивающие необходимые величины рабочего давления и расхода препаратов. Это позволяет принять колебания подачи консерванта как несущественные и не оказывающие заметного влияния на дозу внесения.

Частным случаем отклонения дозирования консерванта при внесении в пневмокормовые потоки являются потери.

Потери консерванта $K_{ном}$ определяются как разница между фактическим количеством консерванта $V_{к,ф}$, внесенным в пневмокормовой поток, и средним его количеством $V_{к,ср}$, определенным после обработки [6, с. 114–115]:

$$K_{ном} = \left[(V_{к,ф} - V_{к,ср}) / V_{к,ф} \right] \cdot 100 \%,$$

где $V_{к,ф}$ – фактическое количество консерванта в пробе корма, л/кг ($м^3/кг$);

$V_{к,ср}$ – среднее количество консерванта в пробе корма, л/кг ($м^3/кг$).

Согласно общеизвестным исследованиям, *потери консерванта $K_{ном}$* состоят из потерь на испарение и снос.

Потери на испарение при распыливании консерванта незначительны (порядка 1–2 %), их, как правило, не учитывают [12].

Потери на снос имеют место при внесении в движущиеся пневмокормовые потоки, так как за короткое время нахождения массы в силосопроводе некоторая часть капель не успевает войти в контакт с частицами, соответственно, происходит выброс распыленного консерванта воздухом. При внесении консерванта на высокопроизводительных кормоуборочных комбайнах данный вид потерь может превышать 30 % [13].

Другим важным фактором, влияющим на нестабильность дозы внесения, является *отклонение подачи растительной массы* по причине колебания мгновенной производительности уборочного комплекса, что зависит от частоты изменения скорости движения машины, урожайности и порционности подачи в технологический тракт измельченной массы барабаном и ускорителем массы.

Для обеспечения минимальных отклонений подачи растительной массы стабилизацию мгновенной производительности необходимо обеспечивать путем работы комбайна в режиме номинальной загрузки двигателя. Учитывая наличие бесступенчатой гидрообъемной трансмиссии на всех типах отечественных и зарубежных комбайнов, поддержание данного режима загрузки двигателя для опытного механизатора не составляет труда. Следует отметить, что на многих типах зарубежных комбайнов уже имеются автоматические системы, обеспечивающие это условие.

В УО «БГАТУ» были предложены способ и устройство [14], обеспечивающие качественные показатели при внесении консерванта на высокопроизводительных кормоуборочных комбайнах. В частности, при координате места дозирования на силосопроводе кормоуборочного комбайна КВК-800 $y_s = 2,75$ м были достигнуты следующие значения показателей: минимальная неравномерность внесения (v_{min}) = 12 % и допустимые потери консерванта $K_{пот} = 6$ %.

Заключение

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования распределения консерванта в измельченном растительном материале позволили предложить способ и устройство, обеспечивающие качественные показатели при дозировании химических и биологических препаратов на самоходных высокопроизводительных кормоуборочных комбайнах.

Литература

1. Соколов, А. В. Оценка качества внесения жидкого консерванта в растительную массу / А. В. Соколов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1990. – № 8. – С. 27.
2. Пиуновский, И. И. Интенсификация технологических процессов производства кормов из трав механико-химической обработкой: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / И. И. Пиуновский. – Минск, 1992. – 388 л.
3. Агротехнические требования на устройство к кормоуборочным машинам для обработки убираемых кормов химконсервантами. – Лобня: ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса, 1978. – 5 л.
4. Покровский, В. С. Разработка параметров технологического процесса обработки силосуемой массы и соломы химическими препаратами: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.02 / В. С. Покровский. – М., 1984. – 216 л.
5. Соколов, А. В. Потери консервантов при заготовке кормов // Химизация сельского хозяйства. – 1990. – № 9. – С. 67–68.
6. Грачев, А. В. Способы и технические средства повышения эффективности обработки силосуемой массы химическими консервантами: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / А. В. Грачев. – Москва, 1987. – 167 л.
7. Ясинкас, А. А. Совершенствование технологии и средств механизации химического консервирования трав: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / А. А. Ясинкас. – Елгава, 1988. – 161 л.
8. Соколов, А. В. Технологические и технические решения сохранности влажного сырья химическими консервантами: автореф. дис. ... д-ра. техн. наук: 05.20.01 / А. В. Соколов; Всероссийский науч.-исслед. ин-т механизации с/х-ва (ВИМ). – Москва, 1998. – 56 с.
9. Сельскохозяйственная техника. Машины для уборки трав и силосных культур с измельчением для приготовления влажного и сухого корма: ТКП 195–2009 (02150). – Введ. 25.08.2009. – Минск: Минсельхозпрод, 2009. – 50 с.
10. Авраменко, П. В. Исследование и обоснование параметров оборудования для внесения консервантов в кормовую массу / П. В. Авраменко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; под общ. ред. П. П. Казакевича. – Минск, 2013. – Вып. 47. – Т. 2. – С. 53–61.
11. Машины сельскохозяйственные. Опрыскиватели полевых культур, находящиеся в эксплуатации. Часть 1. Требования и методы контроля: СТБ/ОР (EN 13790–1:2003). – Минск: Госстандарт, 2003. – 18 с.
12. Кузьмицкий, А. В. Механико-технологические основы внесения консервантов в силосуемые корма: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / А. В. Кузьмицкий. – Горки, 2001. – 390 л.

13. Кузьмицкий А. В. Применение электризации технологических жидкостей при заготовке кормов / А. В. Кузьмицкий, Ю. М. Урамовский, П. В. Авраменко, Т.В. Бойко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П. П. Казакевич [и др.]. – Минск, 2012. – Вып. 46. – С. 278–286.

14. Авраменко, П. В. Исследование процесса внесения консерванта в силосопровод кормоуборочного комбайна / П. В. Авраменко // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; под общ.ред. П. П. Казакевича. – Минск, 2013. – Вып. 47. – Т. 2. – С. 27–34.

УДК 631.371:636.4

Поступила в редакцию 02.11.2017

Received 02.11.2017

В. Н. Гутман

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь

e-mail: gutman.v.n@gmail.com

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СВИНОВОДСТВЕ

**(к 70-летию со дня образования РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства»)**

В статье изложены результаты разработки в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» технологического оборудования для механизации основных технологических процессов на свинокомплексах: приготовления и раздачи кормов, создания микроклимата в помещениях, удаления навоза из помещений и его использования, станочного оборудования для содержания различных технологических групп свиней. Все комплекты оборудования прошли приемочные испытания, на них утверждены технические условия. Комплекты широко используются при реконструкции и строительстве свинокомплексов по новым инновационным технологиям.

Ключевые слова: приготовление и раздача кормов, микроклимат, станочное оборудование, удаление навоза, автоматизация.

V. N. Gutman

Educational establishment «Belarusian state agrarian technical university»

Minsk, Republic of Belarus

e-mail: gutman.v.n@gmail.com

SCIENTIFIC AND TECHNICAL SUPPORT OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN PIG FARMING

(to the 70th anniversary of the founding of RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»)

The article describes the results of the development of technological equipment for mechanization of the main technological processes at pig farms in RUE «SPC NAS of Belarus for agriculture mechanization»: preparation and distribution of feed, creating a microclimate in the pigsty, machine equipment for maintaining various technological groups of pigs, removing manure from the pigsty and its use and automation of the main technological processes. All sets of equipment passed acceptance tests and approved technical conditions. These kits are widely used in the reconstruction and new construction of pig complexes on new innovative technologies.

Keywords: preparation and distribution of feed, microclimate, machine tools, removal of manure, automation.

Введение

Перевод свиноводства на промышленную технологию выращивания свиней в середине 70-х годов прошлого века с массовым строительством свинокомплексов мощностью от 12 до 108 тыс. голов в год потребовал разработки нового поколения инновационного технологического оборудования для приготовления и раздачи кормов, создания микроклимата, станочного оборудования и систем удаления и утилизации навоза.