

## ОТЗЫВ

официального оппонента Апасова Игоря Владиславовича на диссертационную работу Кольцова Семена Михайловича «Совершенствование технологии хранения сахарной свеклы с разработкой режимов вентилирования кагата», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства в объединенный диссертационный совет Д 999.179.03, созданный на базе ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», ФГБОУ ВО Тамбовский государственный технический университет», ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

**Актуальность темы исследования.** В период 1993 – 2009 гг. в свекло-сахарном комплексе Российской Федерации произошел отказ от использования существовавших ранее технологий послеуборочного хранения сахарной свеклы, что было обусловлено сокращением количества производимого сырья. В последующие годы, при увеличении объемов производства и заготовок корнеплодов сахарной свеклы, предпринимались попытки использования других способов снижения потерь свекломассы и сахара в послеуборочный период, такие как ранняя уборка и полевое хранение корнеплодов.

Однако, ранняя уборка сахарной свеклы вела к существенному недобору извлекаемого сахара, происходящего как из-за недополучения урожайности (до 20% от урожайности, получаемой в оптимальные сроки начала уборочных работ), так и из-за низких технологических качеств свеклы, не завершившей процессы сахаронакопления и трансформации растворимых азотистых соединений в безвредные белковые формы.

Полевое хранение корнеплодов в кагатах ограниченных размеров также приводило к значительным потерям свекломассы (до 10 %) от потери влаги, так и к существенному снижению качества свеклы при наступлении даже незначительных заморозков, связанному с промерзанием и последующим оттаиванием тканей корнеплодов.



Одним из способов повышения сохранности корнеплодов в послеуборочный период является применение способов хранения сахарной свеклы с возможностью регулирования температурно-влажностных условий. Применение систем активного вентилирования в кагатах большого объема позволяет обеспечить длительное хранение корнеплодов и полностью исключить риски замораживания растительных тканей.

Однако, разработанные ранее способы хранения сахарной свеклы с применением активного вентилирования, выполненные в 70 – 80-х годах прошлого века, в современных условиях не обеспечивали высокого эффекта сохранности свекломассы и технологических качеств уложенного на хранение сырья.

Это связано с тем, что за прошедшие годы полностью изменился сортовой состав, и вместо сортов-популяций отечественной селекции в свекловодстве стали возделываться гибриды, созданные на основе цитоплазматической мужской стерильности иностранной селекции, районированные абсолютно для других зон почвенно-климатических зон свеклосеяния.

Кроме того, коренным образом изменились севообороты, технологии возделывания и уборки сахарной свеклы. В комплексе перечисленные факторы явились причиной снижения эффективности разработанных ранее способов и режимов хранения.

За прошедшие годы в основных зонах свеклосеяния Российской Федерации изменились климатические условия: произошло повышение температур и количества выпадающих осадков.

Опыт зарубежных компаний позволяет однозначно утверждать, что применение разноуровневых технологий активного вентилирования кагатов на свеклоприемных пунктах сахарных заводов позволяет существенно увеличить продолжительность сезона сокодобывания без снижения производственно-технических показателей предприятий по степени извлечения сахарозы, качеству получаемой продукции и расходу ресурсов на производство. Ре-

гулируемое длительное хранение заготовленного сырья существенно повышает эффективность работы всего свеклосахарного комплекса.

Именно поэтому совершенствование технологии хранения корнеплодов в кагатах с регулируемыми условиями хранения является чрезвычайно актуальной задачей.

### **Структура диссертации и оценка содержания диссертации в целом**

#### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Научные положения, выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, а также рекомендации, сделанные автором, достаточно полно обоснованы и достоверны. Это подтверждается применением действующих ГОСТов, лицензионного программного обеспечения для ПК при обработке результатов экспериментов.

Достоверность результатов исследований подтверждается использованием методов математической статистики, применением современных приборов и средств измерения, отвечающих требованиям соответствующих стандартов.

#### **Оценка новизны и достоверности**

**Научная новизна** работы заключается в разработке математической модели изменения температуры и величине потерь свекломассы, происходящих при хранении сахарной свеклы в кагатах во время работы активной вентиляции; в обосновании параметров и режимов работы системы активной вентиляции; в разработке алгоритма очередности разгрузки кагатов в переработку корнеплодов в зависимости от продолжительности вентилирования и потерь массы кагата в период хранения.



**Степень достоверности и апробация работы** подтверждается достаточным количеством выполненных экспериментов, использованием современных общепринятых методик, ГОСТов, поверенных приборов и оборудования, методов математической статистики при обработке экспериментальных данных, критериев адекватности полученных математических моделей и воспроизводимости результатов измерений, сопоставимостью результатов, полученных теоретическими и экспериментальными исследованиями внедрением полученных результатов в производство, выступлениями с результатами исследований на международных конференциях, одобрением и публикацией материалов в ведущих журналах. По материалам исследований опубликовано 19 научных работ, в которых отражено основное содержание диссертационной работы, в том числе из них 7 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, получен патент РФ на полезную модель. Общий объем публикаций составляет 7,33 п.л., из них лично соискателю принадлежит 2,86 п.л.

Исследования проводились при поддержке стипендиальной программы благотворительного фонда В. Потанина, а также гранта фонда содействия инновациям по программе «УМНИК». Проведены консультации специалистов свеклосахарной отрасли по вопросам длительного вентилируемого хранения в качестве эксперта секции «Сырье» на технологическом семинаре производителей сахара стран ЕАЭС «Клуб технологов 2021».

**Теоретическая значимость** диссертационной работы состоит в разработке математической модели протекания тепло- и массообменных процессов при вентилировании в кагатах сахарной свеклы, разработке рекомендаций по выбору режимов работы и управления системой активной вентиляции, позволяющих оптимизировать процесс длительного хранения сахарной свеклы, как с разработанным автором программным обеспечением, так и при модернизации существующих систем.

**Практическая значимость** диссертационной работы состоит в разработке рекомендаций разработчикам при проектировании системы вентилирования кагатов и модернизации существующих систем, а также программного



обеспечения управления работой системы активной вентиляции на площадках хранения.

**Реализация результатов исследований.** Результаты исследований внедрены на сахарном заводе ООО «Промсахар», пос. им. Куйбышева Курской области.

Материалы исследований используются в ООО «Агрохолод», г. Котовск (Тамбовская область) для совершенствования программного обеспечения по управлению системой активной вентиляции кагатов сахарной свеклы. Разработаны и переданы руководству ассоциации АККОР Тамбовской области рекомендации по организации вентилируемого хранения кагатов корнеплодов с использованием нового и модернизированного оборудования и программного обеспечения управления работой системы вентиляции.

**Методология и методы исследования.** При проведении теоретических исследований использовались основные положения теории тепломассообмена и методов математической статистики. Лабораторные исследования физико-механических свойств корнеплодов сахарной свеклы проводились на кафедре «Технологические процессы и техносферная безопасность» ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ. Лабораторные и полевые исследования работы системы активной вентиляции проведены по методикам в соответствии с действующим ГОСТ, а также с разработанными частными методиками с использованием сертифицированных приборов и оборудования. Создана экспериментальная установка, на которой проведены исследования по изучению тепломассообменных процессов в насыпи при хранении сахарной свеклы с системой активной вентиляции.

Обработка полученных результатов исследований осуществлялась на ЭВМ с помощью прикладных программ: MathCAD 14, Statistica 12.0, Microsoft Excel 2007.

**Личный вклад автора.** Автором проведен анализ состояния вопроса, результатом которого стала постановка цели и задач исследований. Теоретически и экспериментально обоснованы режимы работы системы активной



вентиляции кагата сахарной свеклы. Представленные в работе научные данные получены при непосредственном личном участии автора в период с 2018 по 2021 гг. в результате исследований на базе ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ на кафедре «Технологические процессы и техносферная безопасность», а также на базе хозяйства ООО «Промсахар» в Курской области.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка используемой литературы и приложений. Работа изложена на 140 страницах машинописного текста, содержит 53 иллюстрации, 7 таблиц. Список используемой литературы включает 141 источников отечественных и зарубежных авторов.

**Во введении** отражены актуальность темы исследования, степень её разработанности, цель и задачи, научная новизна, раскрыта теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов.

**В первой главе** «Состояние вопроса, цель и задачи исследований хранения корнеплодов сахарной свеклы» представлены комплексный анализ технологии хранения сахарной свеклы, как объекта исследований; выполнен анализ теоретических исследований тепло- массообменных процессов хранения в насыпном слое растительной продукции; проведен анализ технических средств хранения корнеплодов сахарной свеклы в кагатах, оборудованных системой активной вентиляции; выполнен анализ систем управления и режимов работы систем активной вентиляции.

**Во второй главе** «Теоретическое обоснование конструктивных параметров и режимов работы системы активной вентиляции кагатов» исследован тепломассообменный процесс при хранении корнеплодов сахарной свеклы в кагатах; представлена материальная и тепловая модель процесса охлаждения кагата; обоснованы конструктивные параметры системы активной вентиляции с учетом характеристик технологических машин; разработан усовершенствованный алгоритм управления режимами системы активной вентиляции кагатов; представлен алгоритм очередности подачи кагатов в переработ-



ку.

**В третьей главе** «Программа и методика экспериментальных исследований» изложена программа, общие и разработанные методики экспериментальных исследований, принцип работы и характеристики исследуемой системы активной вентиляции кагата сахарной свеклы.

Экспериментальные исследования проводились на кафедре «Технологические процессы и техносферная безопасность» ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ и на территории свеклопункта сахарного завода ООО «ПРОМСАХАР» (Курская область).

На свеклопункте исследования проводились на фрагменте кагата сахарной свеклы объемом 500 тонн, в разных точках которого располагались датчики температуры в количестве 16 штук. Считывание показаний осуществлялось измерителем-регулятором, а для записи данных во времени использовался архиватор. Изменение параметров окружающей среды (температура, влажность, скорость и направление ветра, атмосферное давление) регистрировались с помощью локальной метеостанции.

**В четвертой главе** «Результаты экспериментальных исследований» представлены результаты анализа погодноклиматических условий в период хранения сахарной свеклы; результаты определения значений установок для обеспечения режимов работы системы активной вентиляции; определение поправочных коэффициентов для математической модели процесса охлаждения кагата сахарной свеклы; результаты применения алгоритма для определения очередности подачи кагатов в переработку в зависимости от продолжительности вентилирования и потери массы кагата в период хранения.

**В пятой главе** «Технико-экономическое обоснование применения технологии и оборудования длительного вентилируемого хранения кагатов сахарной свеклы» рассчитана эффективность разработанной технологии длительного хранения в кагатах, оснащенных системой активной вентиляции. Проведено сравнение предложенной технологии с технологией хранения корнеплодов в полевых кагатах. Установлено, что из-за низкой эффективно-

сти хранения в полевых кагатах, а также рисками невозможности своевременного вывоза свеклы из-за распутицы и заморозков, происходит смещение сроков начала пуска завода с рекомендуемого отраслевыми нормами 25 сентября на конец августа, и даже середину августа, вследствие чего сельхозтоваропроизводители несут существенные убытки.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. В предмете исследований следовало указать, какие конкретно процессы рассматривались автором.
2. Рисунок 1.2. в тексте диссертации отражает три способ хранения, а на рисунке представлено четыре.
3. Рисунок 1.2 (а) следовало разместить в 4-ой главе диссертации.
4. В первой главе следовало привести классификацию систем вентиляции кагатов.
5. В формуле (2.11) при определении высоты кагата допущена ошибка, отсутствует длина поворотного укладочного конвейера ( $l_k$ ).
6. Из текста диссертации не ясно, для чего определялась потеря давления в системе активной вентиляции при обосновании ее конструктивных параметров с учетом характеристик технологических машин (глава 2.2).
7. Системы уравнений (4.1) – (4.3) для определения условий работы системы активной вентиляции следовало разместить во 2-ой главе диссертационной работы («Алгоритмы управления системой активной вентиляции кагата»).
8. На рисунке 4.18 не указаны обозначения зависимостей, что затрудняет восприятие представленного материала.
9. В «Заключении» автор дважды делает вывод, о том, что обоснованы конструктивные параметры системы активной вентиляции.
10. В «Заключении» следовало бы представить данные об оптимальных конструктивных параметрах системы активной вентиляции (длина воз-



духораспределителя, количество вентиляционных ветвей, расстояние между ними, площадь воздуховыпускных отверстий), полученных автором.

11. Научные работы ряда ведущих ученых, на которых ссылается автор не представлены в списке литературы, а также в тексте диссертации присутствуют несущественные отклонения от ГОСТ 7.0.11-2011.

### **Завершенность диссертационной работы**

В целом диссертационная работа выполнена на высоком научно-методическом уровне, с использованием современных методов и средств решения задач. Поставленные автором задачи исследований решены. Общие выводы в целом соответствуют содержанию диссертации.

Структура и содержание автореферата соответствует основным положениям и выводам диссертации.

### **Заключение**

Диссертационная работа Кольцова С.М. является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором на высоком научном уровне. В ней изложены обоснованные технические решения, результаты исследований процессов, протекающих в объеме свекловичного вороха при хранении в кагатах с применением системы активной вентиляции, позволяющие улучшить сохранность корнеплодов сахарной свеклы. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Диссертационная работа соответствует пункту 9 «Положение о присуждении ученых степеней», утвержденному постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842, а ее автор – Кольцов Семен Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 – «Технологии и средства механизации сельского хозяйства».

Почтовый адрес: 396030, Воронежская обл., Рамонский р-н, п. ВНИ-ИСС, д. 86.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Все-  
российский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара  
имени А.Л. Мазлумова" (ФГБНУ "ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова")

Телефон: +7 (47340) 5-33-27; факс: 5-33-26, E-mail: [vniiss@mail.ru](mailto:vniiss@mail.ru)

Сайт: [www.vniiss.com](http://www.vniiss.com)

Официальный оппонент,

кандидат технических наук, директор

ФГБНУ "ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова"



Игорь Владиславович Апасов

17.06.2022г.

Подпись И.В. Апасова, заверяю:

Начальник отдела кадров

/ Б.К. Митин