

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента  
на диссертационную работу Кольцова Семена Михайловича  
«Совершенствование технологии хранения сахарной свеклы с разработкой  
режимов вентилирования кагата», представленную на соискание ученой  
степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и  
средства механизации сельского хозяйства

### **Актуальность темы**

Белый сахар остается стратегическим продуктом, обеспечивающим продовольственную безопасность РФ. В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации, принятой на период до 2030 года, уровень самообеспечения белым сахаром отечественного производства должен составлять не менее 90 %.

Современные отечественные сахарные заводы имеют суммарную производственную мощность более 346 тысяч т свеклы в сутки, что позволяет перерабатывать в сезон свыше 50 млн. т сладкого сырья. С учетом климатических условий и организационных мероприятий более половины урожая проходит стадию хранения, в том числе в необорудованных полевых кагатах, что сопровождается потерей до 10 % собранного урожая.

В соответствии с этим заявленная цель исследований – повышение эффективности хранения сахарной свеклы в кагатах путем разработки режимов работы системы вентиляции с автоматизированным типом управления на основе разработанной математической модели тепло- и массообменных процессов – безусловно, является актуальной.

Применение технологии длительного хранения с использованием активного вентилирования кагатов позволит принимать сырье в состоянии технической спелости, увеличить продолжительность работы сахарных заводов и снизить себестоимость продукции.

**Степень обоснованности научных положений,  
выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации,  
их достоверность и новизна**

Обеспечение сохранности корнеплодов в кагате при длительном хранении во многом зависит от совершенства алгоритмов управления и режимов работы системы активной вентиляции. Существующие подходы к организации хранения сырья не обеспечивают корректную работу вентиляции и контроль его качества в течение всего периода хранения, передачи сырья в переработку при угрозе снижения технологических показателей. Повсеместное внедрение технологии хранения сахарной свеклы в больших кагатах с активной вентиляцией возможно только при переходе от автоматизированного к автоматическому типу управления.

В диссертационной работе на основе анализа технологий и технических средств, систем управления работой активной вентиляции для кагата сахарной свеклы изучены закономерности процессов в свекловичной массе при хранении в кагатах с применением системы активной вентиляции, теоретически обоснованы режимы работы системы при изменяющихся климатических условиях.

Впервые разработана математическая модель изменения температуры и образующихся потерь массы свеклы во время работы активной вентиляции в кагате сахарной свеклы.

На основе экспериментальных исследований обоснованы значения параметров, характеризующих работу системы активной вентиляции в режиме поддержания, охлаждения и циклическом.

Разработан новый подход к определению очередности разгрузки кагатов в переработку в зависимости от продолжительности работы системы вентилирования и потери массы кагата в период хранения.

Новизна выполненных исследований подтверждена патентом РФ № 2713790 «Рама вентиляционного агрегата».



Проведены производственные испытания с получением актов о внедрении результатов работы на предприятиях ООО «Агрохолод» и ООО «Промсахар» в технологии длительного хранения сахарной свеклы с системой активного вентилирования на призаводском свеклопункте.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены исследованиями, проведенными в лабораторных и производственных условиях. Достоверность полученных материалов диссертации подтверждена актами внедрения.

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на ряде международных и всероссийских научно-технических конференций и выставок в городах Москва, Воронеж и Мичуринск.

### **Теоретическая и практическая значимость результатов исследований**

Ценность диссертации с точки зрения науки заключается в том, что автором получены новые знания для совершенствования процесса хранения сахарной свеклы в кагатах, оборудованных системой активной вентиляции, позволяющие оптимизировать процесс.

Ценность диссертации для практики определяется тем, что разработанная математическая модель процесса охлаждения при вентилировании в кагатах сахарной свеклы позволяет усовершенствовать управление системой вентиляции как с новым предложенным программным обеспечением, так и при модернизации существующих систем.

### **Опубликование материалов диссертации**

Основное содержание диссертационной работы отражено в 19 научных работах, в том числе 7 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 11 в сборниках научных трудов и материалах конференций, получен патент РФ на изобретение. Общий объем публикаций составляет 7,33 п.л., из них лично соискателю принадлежит 2,86 п.л.

## **Оценка стиля и содержания диссертации и автореферата**

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка используемой литературы и приложений. Работа изложена на 141 странице машинописного текста, содержит 52 иллюстрации, 10 таблиц.

Список используемой литературы включает 141 источник отечественных и зарубежных авторов.

Автор применил традиционный стиль изложения результатов исследования. Литературные сведения по тематике исследования изложены в первой главе, где автором глубоко и всеобъемлюще рассмотрены вопросы организации уборки и хранения сахарной свеклы, факторы, оказывающие влияние на данный процесс, существующие подходы к описанию тепло- и массообменных процессов в насыпи сахарной свеклы при хранении. В литературном обзоре представлены схемы различных систем вентилирования кагатов, что в значительной степени упрощает восприятие результатов работы.

Теоретическое обоснование конструктивных параметров и режимов работы систем активной вентиляции кагатов приведено в главе 2, что позволяет ознакомиться с теоретическими предпосылками проведения экспериментов и основных направлений исследований.

Описание экспериментов приведено по логической схеме: изложены особенности эксперимента, его объект и цели проведения, далее описаны методика и результаты экспериментов, которые, как правило, приведены в графической форме. По результатам экспериментов в каждой главе сделаны выводы и соответствующие заключения.

Несомненным достоинством диссертационной работы является большой массив экспериментальных исследований, проведенных в условиях реального производства с учетом влияния изменяющихся параметров внешней среды. На первом этапе были рассмотрены данные об изменении температуры и влагосодержания окружающего воздуха в течение периода хранения сахарной свеклы с 1 октября по 20 января. На основании полученных данных сформированы диапазоны по температуре окружающего воздуха в период



хранения по месяцам:  $T_1 = +20...+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $T_2 = +10...0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $T_3 = 0...-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $T_4 = -10...-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , которые были использованы для обоснования режимов работы системы активной вентиляции, а также выбора уставок для управления в процессе вентилирования.

Обоснованы три режима работы системы активной вентиляции: поддержания температуры кагата в теплый период (октябрь), охлаждения до оптимальной температуры  $0...+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (ноябрь) и циклический (декабрь и далее) для предотвращения образования локальных очагов самосогревания.

В качестве уставок выбраны: разница температур между кагатом сахарной свеклы и воздухом из окружающей среды -  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; максимально допустимая разность влагосодержания между воздухом из окружающей среды и в межкорневом пространстве кагата на момент включения системы активной вентиляции -  $3\text{ г/кг}$ ; продолжительность возрастания температуры в потенциальном очаге самосогревания - 72 часа; продолжительность работы вентилятора в течение одного периода - 5 часов.

Математическая модель описания тепло-массообменных процессов при охлаждении кагата сахарной свеклы адаптирована к реальным условиям путем введения поправочных коэффициентов. По результатам расчетов с помощью разработанной математической модели выработан алгоритм очередности разгрузки кагатов.

Представленная на отзыв диссертационная работа и автореферат написаны грамотным научным языком.

Автореферат диссертации в целом отражает содержание диссертационной работы.

**По диссертационной работе имеются некоторые замечания:**

1. На рисунке 2.12 С.68 представлен разработанный алгоритм очередности разгрузки кагатов сахарной свеклы в переработку. Не вполне обосновано, на каких параметрах базируется данный алгоритм.

2. Рисунок 3.8 С.79 – Суточный отчет о работе системы активной

вентиляции – не понятно, какие уставки заложены с работу системы, т.к. включение вентиляторов происходит при различной температуре.

3. Рисунок 4.1 С.82 – Изменение температуры окружающей среды в процессе хранения в Рыльском районе Курской области за 2019-2022 годы: графики температуры окружающего воздуха и кагата сахарной свеклы. Изменение температуры в кагате не указано. С учетом сложности физиологических процессов, протекающих в сырье, температура в кагате существенно отличается от температуры окружающего воздуха.

4. С.89. При хранении в декабре-январе при температуре 0 – (+5) °С возможно образование локальных очагов самосогревания, для предупреждения которых необходима работа системы активного вентилирования в циклическом режиме. Рисунок 4.8 – Суточный график роста температуры в кагате сахарной свеклы в периоды, когда система активной вентиляции не работала: показан суточный прирост температуры менее 0,5 °С, что не может являться основанием для включения системы.

5. С.97. По результатам анализа температур окружающего воздуха с 2019-2021 гг. для Рыльского района Курской области было установлено, что для работы САВ в режиме поддержания оптимальным является период с 1 по 31 октября, в режиме охлаждения – с 1 октября по 10 декабря, в циклическом – с 11 декабря до конца хранения.

Очевидно, что в режиме охлаждения система работает с 1 ноября по 10 декабря, то же в автореферате С.18.

6. С. 98. При построении графиков на рисунке 4.16 использовались данные, которые приведены в таблице 4.1.; на самом деле в табл. 4.2.

7. С. 98. Рисунок 4.17 – Потери свекломассы в зависимости от продолжительности работы системы активной вентиляции – потери массы, г: фактические потери 0,26 г за 1 час вентилирования, что для кагата не является существенными.

С.100. Рисунок 4.18 – Изменение массы в кагате сахарной свеклы при работе системы активной вентиляции - потери массы, кг x 10<sup>3</sup>: фактические



потери 0,4 т за 1 час вентилирования – где истина?

Данные о потерях свекломассы следовало бы привести не в абсолютных, а в относительных единицах.

8. 3 раза показаны табл. № 4.2 со ссылками: С.98, 99, 101.

9. С.101. Таблица 4.2(3) – Сравнение алгоритмов отгрузки кагатов в переработку – не приведены алгоритмы, не понятен критерий отбора.

Потеря свекломассы от вентилирования, т и сумма (без размерности) – необходимо уточнить.

10. С.108. Таблица 5.1 – Экономическая эффективность возделывания сахарной свеклы в 2021 году – для разных дат начала уборки свеклы использована в расчетах разная цена сахара, что несомненно искажает расчетные показатели экономической эффективности от внедрения, включая рентабельность, полученную прибыль и срок окупаемости – для объективности следовало бы использовать единую стоимость единицы конечной продукции.

11. Отмечены несогласованные предложения на С.10, 12, 21, 70, 81, 93.

12. Низкое качество рисунков 1.11, 1.12, 2.4, 2.12, 4.16.

Замечания по автореферату:

1. С.13. Рисунок 6 – Вентилируемый кагат сахарной свеклы: а – вид сбоку; б – исследуемое сечение - отсутствует!

2. Ссылки на рисунки даются после рисунков или отсутствуют (рис. 6) и далее.

3. С.17. Рисунок 13 – Изменение температуры **изменение температуры** окружающего воздуха и кагата по декадам – повторение текста.

4. Список публикаций оформлен не корректно!

Указанные замечания и недостатки носят преимущественно технический характер и не изменяют общего положительного впечатления от работы. Диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование, которое включает все необходимые этапы.

На основании изложенного считаю, что представленная на соискание ученой степени диссертационная работа соответствует требованиям,

предъявляемым к кандидатским диссертациям согласно пп. 9-14 Постановления правительства РФ «Положение о порядке присуждения ученых степеней» (№ 842 от 24 сентября 2013 г.), а ее автор – Кольцов Семен Михайлович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры технологии  
бродильных и сахаристых производств  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный  
университет инженерных технологий»,  
доктор технических наук,  
профессор



Кульнева Надежда Григорьевна

Тел.: +7-903-652-21-46; e-mail: ngkulneva@yandex.ru

Адрес: 394036, Россия, г. Воронеж, проспект Революции, д. 19

