

В диссертационный совет Д 212.196.07  
на базе ФГБОУ ВО «Российской  
экономической университет им.  
Г.В. Плеханова»,  
г. Москва, Стремянный пер., д. 36

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Кечкина Ивана Александровича на тему  
**«Повышение эффективности процессов охлаждения зерна при  
активном вентилировании в металлических силосах большой  
ёмкости»**, представленную на соискание учёной степени кандидата  
технических наук по специальности 05.18.12 – **Процессы и аппараты  
пищевых производств (технические науки)**.

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов, экономической части, библиографического списка и приложений. Работа изложена на 172 страницах компьютерного текста, содержит 16 таблиц и 59 рисунков. Список литературы включает 121 источник.

Проведенный Кечкиным И.А. анализ существующей системы, позволяющей контролировать значения параметров температуры, перепада давления, скорости фильтрации и относительной влажности воздуха в зерновой массе, хранящейся в металлических силосах большой ёмкости, в режиме реального времени и методик по наладке и эксплуатации установок для вентилирования зерна в металлических силосах большой ёмкости с обеспечением контроля подачи нормативного объема воздуха и технические устройства для оценки эффективности применения систем активного вентилирования подтверждает, что совершенствование процессов и аппаратов в этой области является актуальной научной и прикладной задачей.

Результаты проведенного автором аналитического обзора подтверждают актуальность целей и задач исследования. Задачи диссертационной работы сформулированы четко и полностью

согласуются с целью работы.

Диссертация Кечкина И.А. имеет научную новизну, которая заключается в следующем:

1. Предложено перейти от нормативного расхода воздуха в металлических силосах большой ёмкости к скорости фильтрации воздуха, проходящего через зерновую массу и, используя оптимальный режим системы активного вентилирования, увеличить сроки хранения продукции (зерна) с минимальными энергозатратами.

2. Разработаны и теоретически исследованы модели процесса переноса влаги при активном вентилировании в зерновой массе внутри металлического силоса. Анализ математической модели показал, что поступающий холодный сухой воздух в слое зерна с равномерным распределением температуры и влажности может только увлажняться и нагреваться. Конденсация влаги при этом происходить не может. Она возможна только при неравномерном распределении.

3. Получены эмпирические зависимости скоростей фильтрации, при которых происходит удаление лишней влаги из зерновой массы с минимальными энергетическими затратами.

4. Предложены рациональные схемы оснащения силоса промышленными дифманометрами для контроля измерения перепада давления внутри силоса в слое зерна фиксированной толщины. Предложенная автором схема контроля позволяет уменьшить затраты на электроэнергию и увеличить сроки хранения продукции.

**Теоретическая значимость результатов** исследования заключается в развитии научно обоснованного подхода к вопросу процесса охлаждения зерна в металлических силосах большой ёмкости при помощи активного вентилирования и в техническом совершенствовании оборудования предложенных вариантов промышленных дифманометров для измерения перепада давления внутри силоса в слое зерна фиксированной толщины. Полученные в диссертационной работе результаты способствуют совершенствованию технологий обработки и

хранения зерна, качество которого рассматривается как фактор национальной безопасности.

**Практическая значимость работы** определяется следующими полученными результатами:

- разработаны и апробированы в производственных условиях методики наладки установок для вентилирования зерна в металлических силосах большой емкости с обеспечением подачи нормативного объема воздуха и установлена возможность прогнозирования продолжительности вентилирования зерновой массы;

- разработана математическая модель тепломассообмена при активном вентилировании зерна;

- спрогнозированы эффективные режимы вентилирования;

- представлены новые конструктивно-технические решения устройств, позволяющих оценить эффективность применения систем активного вентилирования в металлических силосах большой емкости;

- сформулированы требования по эксплуатации металлических силосов большой ёмкости.

Результаты работы прошли апробацию на действующих промышленных предприятиях Российской Федерации и экспериментальной установке ВНИИЗ - филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва.

**Достоверность результатов** диссертационной работы подтверждается апробацией полученных результатов в промышленных условиях производства, о чем получено свидетельство акта ввода в эксплуатацию, а также применением современных физико-химических методов анализа и математической обработкой результатов эксперимента. Кроме того, представляемая к защите работа характеризуется хорошим согласованием результатов аналитических расчетов и опытных данных, полученных автором, которые удовлетворительно коррелируются с данными литературных источников.

Обоснованность и достоверность полученных в диссертации результатов исследования подтверждается публикацией и апробацией основных положений работы на международном, всероссийском и отраслевом уровнях.

**Основные положения и результаты диссертационной работы** были опубликованы в 25 работах российских и зарубежных изданий, в том числе 1 монография, 4 статьи в журналах, включенных Высшей аттестационной комиссией при Минобрнауки России (далее – ВАК) в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендуемых для опубликования основных научных результатов диссертации на соискание учёной степени кандидата и доктора наук; 11 статей в ведущих российских и зарубежных журналах; 7 тезисов докладов; получено положительное решение о выдаче патента РФ № 2019113044/ 28(025164) от 26.04.2019 на тему «Способ определения скорости фильтрации воздуха в металлическом силосе»; оформлена заявка на патент РФ №2019129761 от 23.09.2019 на тему «Устройство для определения скорости фильтрации воздуха в металлическом силосе». Результаты научного исследования отмечены дипломами и грантами ФАНО и РАН.

**Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации.** Автором разработаны технические системы устройств, позволяющие оценивать эффективность применения систем активного вентилирования в металлических силосах большой емкости. Данные системы можно рекомендовать для дальнейшего внедрения на предприятиях, специализирующихся на хранение зерна.

Отмечая актуальность решенных в диссертационной работе задач, теоретическую и практическую значимость полученных результатов, логическую ее завершенность, следует отметить ряд замечаний:

1. В тексте работы имеются небольшие опечатки и незначительные орфографические и пунктуационные ошибки.
2. В качестве рекомендаций можно предложить автору обеспечить правовую защиту интеллектуальной собственности на

разработанную систему устройств, позволяющих оценить эффективность применения систем активного вентилирования в металлических силосах большой емкости

Тем не менее данные замечания не снижают научной и прикладной ценности диссертационной работы.

### Заключение

Диссертационная работа Кечкина И.А. соответствует требованиям «Голожения о присуждении учёных степеней» (утв. постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 № 842), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор Кечкин Иван Александрович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств (технические науки).

Работа оформлена в соответствии с ГОСТом Российской Федерации.

Доцент, кандидат  
технических наук,  
доцент

Кандрокв Роман Хажсетович

Кандрокв Роман Хажсетович  
кандидат технических наук, доцент,  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Московский государственный университет пищевых производств»,  
доцент кафедры зерна, хлебопекарных и кондитерских технологий  
Адрес: 127434, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11, ком. 132.  
Телефон: 8 (926) 262-68-28.  
Эл. почта: nart132007@mail.ru

«22» октября 2020 г.

