

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор
ФГБОУ ВО «Ярославский
государственный технический
университет»,
канд. техн. наук, доцент

Д.В. Наумов

2021 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу
Зориной Татьяны Владимировны

«Исследование вибросмесителя с рецикл каналом для получения мучных сыпучих смесей», представленную к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности

05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств (технические науки)

Актуальность темы исследований

Смеси дисперсных компонентов являются целевым продуктом или полуфабрикатом в широком спектре технологических процессов пищевой промышленности. При смешивании разнородных компонентов основным препятствием к достижению качественных смесей является их сегрегация. Для предотвращения этого процесса и повышения качества готовой смеси перспективным является применение смесителей непрерывного действия вибрационного типа. Данные смесители обладают рядом достоинств: эффективность процесса смешивания, высокое качество смеси, простота установки и регулировки параметров, требуются небольшие производственные площади. Вследствие этого исследование вибросмесителя с рецикл каналом и выявление условий смешивания в нём мучных сыпучих смесей, при которых достигается требуемое качество смеси, является актуальной научной задачей.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Целью настоящей работы является разработка и исследование новой конструкции высокоэффективного вибросмесителя с рецикл каналом для получе-

ния мучных сыпучих смесей. Для достижения поставленной цели был поставлен и выполнен ряд соответствующих задач.

Сформулированные в диссертационной работе научные положения, выводы и рекомендации, полученные в результате проведенных исследований, обоснованы. Используемые в диссертации методы исследований, теоретические и практические разработки соответствуют целям и задачам работы.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций базируются на использовании современных физико-механических методов анализа в испытательных лабораториях, в воспроизводимости экспериментальных данных в пределах заданной точности измерений, в том числе при опытно-промышленных испытаниях в условиях реального производства. В работе применен комплексный метод исследований, включающий системный анализ, математическое и физическое моделирование.

Обоснованность научных результатов исследования, степень достоверности полученных выводов и рекомендаций обеспечена корректностью поставленной цели, использованием существующих научных положений, достаточным количеством данных экспериментального материала, подтверждающих теоретические предпосылки.

Основные положения и результаты работы представлены и доложены на научно-практических конференциях Международного уровня. По материалам диссертации опубликовано 17 работ, в том числе 4 публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 публикация в Web of Science и Scopus, 2 патента РФ на изобретение.

Научная новизна полученных результатов, положений, выводов и рекомендаций диссертационного исследования:

- разработана математическая модель, описывающая процесс смешения мучных сыпучих смесей в вибросмесителе с рецикл каналом;
- определено влияние технологических параметров (в частности, угла вибрации, амплитуды и частоты колебаний) на качество получаемых мучных сыпучих смесей;

- определено влияние технологических параметров на зависимость скорости вибротранспортирования мучной сыпучей смеси по рабочему органу аппарата и её расход через перфорацию;

- определены рациональные диапазоны изменения ключевых технологических параметров вибросмесителя с рецикл каналом для получения мучных сыпучих смесей регламентного качества.

Значимость диссертационного исследования для науки и практики

Значимость диссертационного исследования заключается:

- в возможности применения на предприятиях хлебопекарной промышленности полученных на основе корреляционного анализа математических уравнений, которые описывают процесс смешивания мучных сыпучих смесей в вибросмесителе с рецикл каналом;

- в разработке вибросмесителя с рецикл каналом для получения мучных сыпучих смесей регламентного качества;

- в разработке аппаратного оформления технологической линии производства мучных сыпучих смесей заданного качества, в состав которой входит вибросмеситель с рецикл каналом.

Практическое значение имеет конструкция аппарата (патент РФ 2626415), которая прошла опытно-промышленную апробацию. В частности, на базе ООО «Кузбассхлеб» (г. Кемерово) и ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности» (г. Москва) выполнены соответствующие испытания, результаты которых подтверждены актами.

Оценка содержания диссертации, ее завершенности в целом

Диссертационная работа Зориной Т.В. состоит из введения, 5 глав, результатов и выводов, заключения, списка литературы (174 наименования, в том числе 36 зарубежных источников) и 9 приложений. Объем основного текста работы составляет 117 страниц, содержит 32 таблицы и 46 рисунков.

Основные этапы диссертационной работы, выводы и результаты представлены в автореферате. Работа написана автором в логической последовательности и системно изложена, является законченным, целостным научным

исследованием. Автореферат диссертации достаточно полно отражает ее содержание.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цели и задачи работы, представлены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, а также степень достоверности и апробация результатов диссертационной работы.

В первой главе описаны основы процесса смешения мучных сыпучих смесей, состояние и перспективы развития современного смесеприготовительного оборудования, представлен патентный обзор лотковых вертикальных СНД вибрационного типа.

Во второй главе на основе корреляционного анализа представлены математические модели процесса смешивания в базовых конструкциях и разработанном вибросмесителе с рецикл каналом, для сравнения значений их способностей сглаживать флуктуации входящих материальных потоков и выявления целесообразности использования исследуемого смесителя.

В третьей главе рассмотрено оборудование, входящее в лабораторно-экспериментальный стенд, представлена конструкция разработанного вибросмесителя с рецикл каналом, описаны методики исследования процесса смешивания мучных сыпучих смесей.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований влияния технологических параметров на скорость вибротранспортирования мучной сыпучей смеси по рабочему органу вибросмесителя, на её расход через перфорацию и потребляемую мощность аппарата. Кроме того, в данной главе представлены результаты регрессионного анализа, с помощью которого были определены рациональные технологические параметры работы вибросмесителя с рецикл каналом и определена степень их влияния на качество получаемого продукта.

В пятой главе описаны, проведенные на базе ООО «Кузбассхлеб» и ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», опытно-промышленные испытания вибросмесителя с рецикл каналом при

получении мучных сыпучих смесей и представлена технологическая линия процесса их непрерывного смешивания. Кроме того, отображены результаты аминокислотного скора хлебобулочного изделия, изготовленного из мучной сыпучей смеси, полученной в разработанном вибросмесителе с рецикл каналом.

В приложениях диссертантом представлены полученные патенты на изобретения, результаты многофакторного планирования экспериментов, акты опытно-промышленных испытаний (ООО «Кузбассхлеб», г. Кемерово; ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности», г. Москва), результаты аминокислотного скора образца выпеченного хлеба из мучной сыпучей смеси, полученной в разработанном вибросмесителе с рецикл каналом (ИЦ ФГБУ «Кемеровская межобластная ветеринарная лаборатория», г. Кемерово).

Вопросы и замечания по диссертационной работе

1. При исследовании условий проявления сглаживающей способности проектируемых вибрационных смесителей не совсем ясно, каким образом учитываются диссипативные факторы (внешнее и внутреннее трение), адгезионные свойства смешиваемых компонентов, влияющие на характер движения их сплошных потоков.

2. Просьба пояснить, какой фактор является приоритетным при выборе диссертантом способа вибрационного смешения сыпучих компонентов в предложенной методике: регламентное значение коэффициента неоднородности мучных сыпучих смесей или физико-механические свойства их компонентов?

3. Как количественно реализуется применение принципа постепенного разбавления в отношении дозирования компонентов при указанном соотношении 1:50 и выше согласно предложенной методике (п. 3.3 диссертации, стр. 66-68)? Какой количественный принцип деления на порции предложен, например, при реализации методики из п. 3.5 диссертации, стр. 71?

4. На наш взгляд, предложенная диссертантом формулировка одной из задач работы, как *«определение рациональных технологических параметров работы вибрационного СНД с рецикл каналом ...»*, не совсем корректна. В работе речь идет о рациональных диапазонах изменения технологических пара-

метров проектируемого оборудования, что, например, подтверждается полученными результатами и выводами 1-4, указанными на стр. 61 главы 2.

5. Что является критерием достаточности при выборе диапазона изменения «внутренней» рециркуляции для оценки пределов изменения сглаживающей способности оборудования вибрационного типа (например, на стр. 43 и стр. 44)?

Высказанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают оценки и общего положительного впечатления от диссертационной работы.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Учитывая актуальность темы исследования, научную новизну, высокий уровень проведенных экспериментальных исследований, практическую значимость, рекомендуется:

- внедрить результаты данной диссертационной работы на предприятия хлебопекарной промышленности с целью получения мучных сыпучих смесей заданного качества;

- использовать результаты и выводы диссертации в учебном процессе ВУЗов, реализующих основные образовательные программы подготовки аспирантов по направлению 19.06.01 – Промышленная экология и биотехнологии.

Заключение о соответствии диссертации требованиям Положения о присуждении ученых степеней

Диссертация Зориной Т.В. на тему «Исследование вибросмесителя с рецикл каналом для получения мучных сыпучих смесей» является законченной на должном уровне научной квалификационной работой и соответствует п. 2-4 Паспорта научной специальности ВАК 05.18.12 - Процессы и аппараты пищевых производств: «...выявление общих закономерностей протекания технологических процессов и разработка методов расчета аппаратов для их реализации...» (**формула специальности**); «...изучение физико-химических основ процессов, используемых в пищевых и перерабатывающих отраслях промышленности, принципы устройства и методы расчета аппаратов, реализующих эти процессы...» (**областью исследования**). Диссертационная работа отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о присвоении ученых степеней», утвержденного

постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор, Зорина Татьяна Владимировна, заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 - Процессы и аппараты пищевых производств.

Официальный отзыв подготовила заведующий кафедрой «Теоретическая и прикладная механика» ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет», доктор физико-математических наук, профессор Анна Борисовна Капанова.

Отзыв на диссертацию Т.В. Зориной обсужден на заседании кафедры «Теоретическая и прикладная механика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ярославский государственный технический университет» «22» 04 2021 г., протокол № 9. На заседании присутствовало 14 человек. Результаты голосования: «за» - 14 человек, «против» - нет, «воздержались» - нет.

Заведующий кафедрой «Теоретическая и прикладная механика»
ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет»,
доктор физико-математических наук, профессор

 / Капанова Анна Борисовна /
«22» 04 2021 г.

«Подпись Капановой А.Б. удостоверяю»
Начальник управления персонала
ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет»

 / Андрейчева Мария Александровна /
«22» 04 2021 г.



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Ярославский государственный технический
университет» (ФГБОУ ВО «ЯГТУ»)
150999, Россия, г. Ярославль, Московский проспект, 88
Телефон/факс: +7 (4852) 44-21-99
Адрес электронной почты: info@ystu.ru