

В совет по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 212.035.01 при
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный инженерный университет технологий»
394036, г. Воронеж, пр. Революции, 19

ОТЗЫВ

официального оппонента,

профессора кафедры технологии продуктов питания и организации ресторанного дела ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», доктора технических наук, профессора **Корячкиной Светланы Яковлевны** на диссертационную работу **Старшова Дмитрия Геннадьевича** на тему «Совершенствование процессов и аппаратов для приготовления вафельного теста», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств».

Актуальность избранной темы

В настоящее время среди отраслей пищевой промышленности кондитерская промышленность занимает 4-ое место по объему выпуска продукции. Анализ рынка кондитерских изделий в России показал, что в 2018 году объем их производства составил 2856 тыс. тонн, или 20,2 кг на 1 человека. Потребление кондитерских изделий в России практически достигло европейского уровня.

Вафельные кондитерские изделия (вафли, вафельные торты, конфеты на вафельной основе и др.) являются наиболее востребованной продукцией на отечественном потребительском рынке. Основной составной частью вафельных изделий являются вафельные листы. Для получения вафельных листов с требуемыми свойствами необходимо соответствующее оборудование.

Оборудование, используемое в настоящее время в кондитерской промышленности для приготовления вафельного теста, имеет целый ряд недостатков, основными из них являются:

- сложность обеспечения точности дозирования сыпучих компонентов рецептурной смеси;
- подача сыпучих компонентов на смешивание большими дозами, приводящая к недостаточной однородности смеси;
- низкая герметичность дозировочно-смесительных аппаратов, работающих при атмосферном или при избыточном давлении, что приводит к потерям сырья;

- непромес теста, вызванный различной интенсивностью его перемешивания в области расположения лопастей мешалки тестосмесителя и в периферийных слоях теста;
- высокие энергозатраты, вследствие длительного цикла приготовления теста и использования механических транспортных устройств.

Соискателем поставлена цель разработки более совершенных процессов и аппаратов для приготовления вафельного теста, лишенных вышеперечисленных недостатков. Поэтому совершенствование процессов и аппаратов для дозирования сыпучих компонентов, приготовления рецептурной смеси и замеса теста, разработка конструкции и изготовление автоматической станции для приготовления вафельного теста, является актуальной научной и прикладной задачей.

Рядом отечественных и зарубежных ученых доказано, что в настоящее время направления в области разработки и создании новых технических решений в инновационном развитии техники пищевых технологий являются актуальными. Работа проводилась в соответствии с планом НИР Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А. на 2016-2019 гг. «Разработка энергосберегающих технологий и оборудования пищевой и химической промышленности»; Стратегической программы исследований «Разработка энергосберегающего оборудования пищевых и перерабатывающих производств АПК» в редакции № 1/18 от 16 мая 2018 г. В Распоряжении Правительства РФ № 1364-р от 29.06.2016 г. «Стратегия повышения качества пищевой продукции в РФ до 2030 г.» указывается на необходимость создания условий для производства пищевой продукции нового поколения с заданными характеристиками качества.

Диссертационная работа Старшова Д. Г., весьма актуальна, так как посвящена решению выше обозначенных проблем, которые значимы на сегодняшний день для машиностроительной и пищевой промышленности, при этом в основу научного решения положены принципы интенсификации процессов приготовления вафельного теста и их аппаратурного оформления, что способствует также решению проблемы импортозамещения в затронутой области пищевого машиностроения.

Анализ содержания работы

Диссертационная работа Старшова Д.Г. состоит из введения, шести глав, заключения, списка используемой литературы (199 источников, в том числе – 44 иностранных) и приложений. Работа изложена на 176 страницах машинописного текста, включая 59 таблиц, 38 рисунков и 10 следующих приложений: результаты полного факторного эксперимента; результаты исследования реологических параметров вафельного теста; результаты полного факторного эксперимента по влиянию на вязкость вафельного теста давления в тестосмесителе, продолжительности замеса и окружной скорости ротора турбины; результаты

полного факторного эксперимента по влиянию на касательное напряжение трения вафельного теста определяющих параметров давления в тестосмесителе, продолжительности замеса и окружной скорости ротора турбины; результаты исследования вязкости вафельного теста; результаты полного факторного эксперимента по влиянию на относительную деформацию (хрупкость) вафельных листов; определение величины прогиба вафельных листов; описание конструкции автоматической станции для приготовления вафельного теста и системы её автоматического управления; пример расчёта тестосмесителя, полученные патенты; акт и протокол производственных испытаний.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель, задачи исследования, изложены научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов работы, основные положения, представленные к защите.

В первой главе «Обзор литературы» на основании изученной отечественной и иностранной научной литературы приведен аналитический анализ технологических требований к процессу замеса и структуре вафельного теста, исследований в области интенсификации его замеса, дозирования и перемешивания сухих сыпучих компонентов рецептурной смеси, конструкций и показателей работы тестосмесительного оборудования, а также технологических и потребительских требований к структурно-механическим и качественным показателям вафельных листов.

Во второй главе «Комплексная экспериментальная установка. Объекты, методы и методология исследования» представлены схема и описание комплексной экспериментальной установки, приведена характеристика объектов и методов исследования в соответствии с обозначенными в работе целью и задачами.

В третьей главе «Исследование процессов дозирования и перемешивания сыпучих компонентов, входящих в рецептуру вафельного теста» автор научно обосновывает и разрабатывает теоретический метод определения основных параметров дозатора сыпучих компонентов и проводит экспериментальное исследование процесса их дозирования. Установлено, что наилучшее согласование расчетного, экспериментального и заданных по рецептуре значений массы дозы компонентов имеет место при перепаде давления между загрузочным бункером и смесителем, равным 70 кПа. В работе приведена схема алгоритма для расчёта параметров дозатора.

Показано, что предложенная конструкция дозирующего устройства обладает высокой универсальностью и надёжно работает на любых сыпучих продуктах при поддержании их относительной влажности в диапазоне 9-15 %.

Путем статистической обработки экспериментальных данных соискателем получено уравнение регрессии, позволяющее рассчитать массу единичной дозы

позволяет уменьшить в 1,5 раза удельные энергозатраты, идущие на приготовление теста.

В диссертации получены также новые данные о влиянии давления в тестосмесителе и продолжительности замеса теста на его аэрацию, от которой зависит плотность, а, следовательно, и качество теста. Показано, что путём изменения давления в ёмкости тестосмесителя можно регулировать степень аэрации вафельного теста. За счёт уменьшения аэрации теста можно снизить общую продолжительность замеса и окисления перемешиваемых продуктов.

Проведенные соискателем исследования показали, что на процесс замеса вафельного теста и энергоэффективность тестосмесителя значительное влияние оказывают такие его конструктивно-кинематические параметры, как диаметр, частота вращения и окружная скорость ротора турбины. Выявлены наиболее рациональные значения этих параметров, обеспечивающие наилучшие показания по замесу теста: высокую однородность структуры, низкую вязкость, малую продолжительность замеса, высокую энергоэффективность турбопривода.

Для интенсификации процесса замеса теста в конструкции тестосмесителя автором предложена установка над турбиной цилиндра с перфорацией боковой поверхности. Экспериментально доказано, что предложенное конструктивное решение позволяет уменьшить продолжительность замеса теста и удельные энергозатраты на его замес.

В пятой главе «Исследование влияния параметров процесса замеса теста на характеристики вафельных листов» приведены результаты исследований влияния параметров процесса замеса теста, таких как давление в тестосмесителе, вязкости теста и продолжительности доставки теста на выпечку на структурно-механические характеристики выпекаемых из этого теста вафельных листов.

За основные характеристики вафельных листов была принята их хрупкость и органолептические показатели. Хрупкость характеризовали величиной относительной деформации вафельного листа в момент его разрушения.

По результатам экспериментов получено уравнение регрессии, позволяющее рассчитать величину относительной деформации (хрупкости) листа при различных значениях определяющих параметров.

В диссертационной работе также выполнен сравнительный анализ структурно-механических и качественных характеристик вафельных листов, полученных при разных способах замеса теста: традиционным способом и на предложенном в диссертации тестосмесителе.

Полученные результаты и их анализ показали, что использование предложенного тестосмесителя позволяет получать вафельные листы с более высокими качественными показателями.

В шестой главе «Практическое приложение результатов исследования» приведено подробное описание разработанной автором конструкции автоматической станции

прогнозировать реологические свойства вафельного теста при заданных значениях режимно-технологических и конструктивно-кинематических параметров разработанного тестосмесителя. Доказано, что наибольшее влияние на вязкость вафельного теста оказывает давление в ёмкости тестосмесителя.

Установлено, что оптимальное вакуумирование тестосмесителя позволяет уменьшить продолжительность и потребляемые энергозатраты на замес теста. Определен временной оптимум замеса теста в условиях вакуума, соответствующий однородной структуре и высокой готовности теста к выпечке вафельных листов.

Показано, что наилучшие показатели при замесе теста (высокая однородность структуры, малая продолжительность замеса, низкая вязкость, невысокая удельная мощность турбопривода) обеспечиваются при окружной скорости $w=4,42$ м/с, числе оборотов ротора турбины $n=10,5$ 1/с. и его диаметре $d=0,134$ м. Предложена инженерная методика расчёта тестосмесителей, работающих при переменном давлении, для вафельного теста.

Выявлено влияние на хрупкость и органолептические показатели вафельных листов таких параметров процесса замеса теста, как давление в тестосмесителе, продолжительность доставки теста на выпечку и вязкость вафельного теста.

Установлена зависимость хрупкости вафельных листов от давления в тестосмесителе и продолжительности доставки теста к печи. Рекомендовано для получения листов с высокой хрупкостью после 20 с. замеса теста при давлении 30 кПа увеличивать давление в тестосмесителе до 100 кПа и продолжать замес теста еще в течение 20 с.

Новизна технических решений разработанных способов дозирования и смешивания сыпучих компонентов вафельного теста в вакуумированной системе подтверждена 2 патентами на изобретения РФ.

Результаты исследований, представленные в диссертационной работе, имеют **теоретическое и практическое значение**

В результате решения научной проблемы получены новые способы совершенствования процессов дозирования и перемешивания сыпучих компонентов и интенсификации замеса вафельного теста. Разработаны новые конструкции дозатора для сыпучих компонентов и тестосмесительное устройство для приготовления вафельного теста в вакуумированной системе. Предложена инженерная методика расчёта вакуумированных тестосмесителей для приготовления вафельного теста.

В результате проведённых теоретических и экспериментальных исследований определены рациональные параметры устройств для дозирования и перемешивания сыпучих компонентов и технологические, кинематические и конструктивные характеристики тестосмесителя (величина давления в системе, продолжительность замеса и доставки вафельного теста на выпечку, параметры ротора турбопривода и др.).

Разработана конструкция автоматической станции для приготовления вафельного теста и изготовлен её опытный образец, предназначенной для работы в комплексе с автоматической печью для выпечки вафельных листов производительностью до 300 кг/ч. Опытный образец прошёл испытания в ООО научно-производственной фирмы «ПоТехИн и К^о», подтвердив проектные технические и эксплуатационные характеристики.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные соискателем, представляются обоснованными и достоверными, поскольку они основываются на экспериментальных данных, полученных в ходе диссертационного исследования с применением комплекса базовых физических, химических и органолептических методов анализа, а также современных инструментальных методов исследований, статистической обработки и оценки достоверности опытных данных с применением программного комплекса Microsoft Excel для Microsoft Office и MATHCAD ENTERPRICE EDITION v11.

Обоснованность полученных результатов подтверждена их апробацией и внедрением в производство, научными публикациями (всего 9, из них 3 статьи в периодических научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, 4 статьи в материалах конференций различных уровней, 2 патента на изобретения РФ). Соискатель выступал с сообщениями по результатам диссертационного исследования на международных и региональных конференциях и форумах, проводимых на территории России с 2013 г. по 2018 г. Анализ опубликованных работ, свидетельствует о достаточно полном изложении основных результатов исследований.

Исходя из сказанного, научные положения и результаты, основные выводы и рекомендации, приведенные в работе Старшовым Д.Г., следует считать обоснованными и достоверными.

Личный вклад соискателя в разработку проблемы

Рецензируемая диссертационная работа является завершённым научным трудом, имеющим научную новизну и практическую значимость, в котором обобщены результаты многолетних исследований теоретического и прикладного характера, выполненных лично автором или при его непосредственном участии. Автором разработана новая конструкция дозатора для сыпучих компонентов, устройство для замеса, конструкция автоматической станции и изготовлен её опытный образец для приготовления вафельного теста и проведены промышленные испытания, проведена работа по патентованию и опубликованию разработок.

Соответствие диссертации заявленной для защиты специальности

Тема, содержание, результаты экспериментальных исследований и практическое применение диссертационной работы Старшова Д.Г. соответствуют п. 3, 4 паспорта специальности 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств»

Соответствие автореферата основным положениям диссертации

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации. Структура и оформление автореферата соответствуют требованиям ВАК Минобрнауки Российской Федерации.

Отмечая достоинства результатов исследований, представленных в диссертационной работе, необходимо отметить следующие рекомендательные **замечания**:

1. Поскольку в диссертации большое внимание уделено исследованию поведения вязкости вафельного теста в процессе его приготовления, было бы целесообразным в обзорной главе уделить больше внимания обзору исследований по реологии теста и использовать имеющиеся литературные данные для сравнения с полученными результатами.

2. При разработке теоретического метода определения основных параметров дозатора для сыпучих компонентов считали, что истечение компонентов из загрузочного бункера является гидравлическим. В качестве подтверждения гидравлического режима истечения автор приводит соображения о том что, при выпуске из бункера сыпучего компонента происходит азрирование насыпного груза за счет подачи воздуха при вакуумировании емкости смесителя. Кроме того, в бункере производится постоянное перемешивание компонентов лопастями ворошителя, за счет этого максимальное ускорение превосходит некоторое критическое значение, соответствующее нарушению постоянства бокового давления груза на стенки бункера.

На наш взгляд для большей убедительности приведенных соображений следовало бы провести гидравлическое, нормальное и сплошное истечение, и сравнить их между собой.

3. Как в актуальности, так и в работе требования к качеству вафельных листов автор описывает не верно «издание хруста при раскусывании, рифлёная клетчатая поверхность...», а в работе: (стр. 28) «Хрупкость готовых вафельных листов является одним из основных показателей их качества. Чем выше хрупкость листа, тем он считается качественнее» Согласно ГОСТа «Вафли» 14031 – 2014 Вафли – это мучное кондитерское изделие с чётким рисунком на верхней и нижней поверхностях, толщиной не более 2 мм, содержанием муки не менее 90 % и массовой долей влаги не более 5 %. По органолептическим показателям оцениваются вкус и запах, поверхность (поверхность должна соответствовать: с чётким рисунком без

вздутий, вмятин и трещин), форма, цвет. Такие показатели как хрупкость и прочность в ГОСТе отсутствуют.

4. В «Объектах исследования» (с. 34 (таблица 2.1) приведена рецептура вафельного теста, которая не соответствует сборнику рецептов. Указано количество воды 30 л и 20 кг муки. Соискателю следует знать: вода в рецептурах мучных изделий не указывается, так как она рассчитывается с учётом влажности теста, влажности муки и её водопоглонительной способности. Перечень сырья приведён неправильно: должна быть вода питьевая, а не просто вода; должна быть мука пшеничная хлебопекарная, так как есть ещё мука общего назначения; должна быть соль поваренная пищевая - согласно ГОСТ, а не просто соль; должен быть - Натрий двууглекислый – согласно ГОСТу, а не сода пищевая; обязательным компонентом рецептур «Вафли листовые» должен быть желток яичный (сырой) или меланж, в рецептуре он отсутствует. Если берётся рецептура с маслом, то указывается не просто масло растительное, а масло конкретного происхождения (например, подсолнечное). В промышленном сборнике рецептов всего 4 рецептуры на «Вафли листовые». Ни в одну из 4-х рецептов не входит сахар, пиросульфит, соли аммония, пищевой крахмал, яичный порошок, пищевые волокна, которые соискатель использует в своей работе. Зачем? Есть классические рецептуры их и надо применять – иначе результаты не будут сопоставимыми. В рецептурах должна быть указана массовая доля сухих веществ каждого рецептурного компонента; расход сырья в кг в натуре и в сухих веществах и обязательно указывается выход готовой продукции. В работе эти данные отсутствуют.

5. В таблице 2.3 отсутствуют физико-химические показатели качества вафельных листов: массовая доля влаги, щёлочность.

6. В работе (с. 37) указывается, что температура исследуемого образца теста поддерживалась равной $20 \pm 1^\circ\text{C}$, а на с. 38 «Реологические свойства вафельного теста определяли при температуре $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ». Как объяснить это несоответствие?

7. Влажность вафельного теста и изделий определяли в соответствии с ГОСТ 5900 – 73 (с. 38), но ГОСТ этот - для сахаристых кондитерских изделий, а не для мучных.

8. Для определения показателя жёсткости (хрупкости) вафельных листов (с. 40) и в таблицах 5.2 – 5.17 (с. 84-95) приведены значения структурно-механических и органолептических характеристик образцов вафельных листов, которые не соответствуют фактическим значениям, так как в экспериментах взяты образцы вафельных листов толщиной 4 мм, а вафельные листы, выпекаемые в промышленных печах в соответствии с ГОСТ 14031-2014 Вафли, должны иметь толщину не более 2 мм. Таблицы 5.2, 5.3, 5.4, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15 неинформативны, так как в каждой таблице представлены значения одного показателя качества вафельных листов и их следовало для большей наглядности

эксперимента, поэтому не представилась возможность провести экспертизу этих результатов.

16. Не понятно, что соискатель подразумевает под фразой «окисление перемешиваемых масс», если продолжительность перемешивания составляет 40 с. (с. 76)

17. Указанную (с. 77) разницу в продолжительности доставки теста к печи 40 минут (прототип) и 5 минут предлагаемый способ можно объяснить большой разницей в массе приготовленного теста 66 кг (прототип) и 7,5 кг предлагаемый способ. Поэтому постановка этого эксперимента и сделанные выводы, на мой взгляд, неправомерны.

18. В разработанной автоматической станции (с. 155) яичный порошок дозируется через дозатор сыпучих компонентов, что на мой взгляд не допустимо. Во-первых рецептурами промышленными предусмотрен только желток куриный сырой или меланж; во-вторых после просеивания он должен набухать в водной смеси влажностью 25-30 % и температуре 40-45 °С, после чего его необходимо процедить.

19. В списке использованных источников имеются устаревшие работы, которые нужно было заменить более современными: (127) Скорикова А.И. Исследование технологии приготовления пшеничного теста в скоростной тестомесильной машине ротационного типа» М.: ЦНТИпищепром, 1968. - 151 с. (63)Ковалёв Н.И. Органолептическая оценка готовой пищи. М.: Экономика, 1967, 117 с. (139) Титков О.Т. Кривые течения вафельного теста//Известия Вузов. Пищевая технология. -1969. - №6. – С. 144-145 (140) Токарев Л.И. Производство мучных кондитерских изделий. М.: П.П. -1977.- 226 С.

20. В работе имеются грамматические ошибки: на страницах 13, 15, 18, 19, 24, 25, 26, 34, 36, 37, 38, 44, 53, 54, 55, 56, 63, 64, 150, 151, 152, 156, 158, 159, 160,174,176.

21. Отсутствует самостоятельная публикация соискателя в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

Указанные замечания не носят принципиального характера и не снижают достоинства диссертационной работы.

Заключение по диссертационной работе

Диссертация Старшова Дмитрия Геннадьевича на тему «Совершенствования процессов и аппаратов для приготовления вафельного теста» является самостоятельно выполненной, завершённой научно-квалификационной работой на актуальную тему, в которой изложены новые научно обоснованные технические разработки, имеющие существенные значения для развития пищевого машиностроения, в том числе – для импортозамещения оборудования этой отрасли. Выводы, сделанные автором на основе анализа результатов, полученных зависимостей и закономерностей, достаточно аргументированы. Диссертационное

исследование содержит научно-обоснованные решения, внедрение которых внесёт существенный вклад в теорию и практику Российского машиностроения и перерабатывающих предприятий.

На основании проведённой экспертизы диссертации, автореферата, научных публикаций, по актуальности темы, научной новизне, практической значимости, достоверности и обоснованности полученных результатов считаю, что диссертационная работа Старшова Дмитрия Геннадьевича полностью отвечает требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013г.(в редакции Постановления Правительства Российской Федерации № 335 от 21.02.2016 г.), предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор, Старшов Дмитрий Геннадьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств.

Официальный оппонент: доктор технических наук (специальности 05.18.01 – «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства», 05.18.15 – «Технология и товароведение продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания»), профессор, профессор кафедры технологии продуктов питания и организации ресторанного дела
« 25 » ноября 2019 г.  Корячкина Светлана Яковлевна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»

Адрес: 302026, Орловская область, г. Орел,
ул. Комсомольская, д. 95
Тел.: (4862) 75-13-18
E-mail: info@oreluniver.ru

И.о. проректора по научно-технологической деятельности и аттестации научных кадров



С.Ю. Радченко