

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

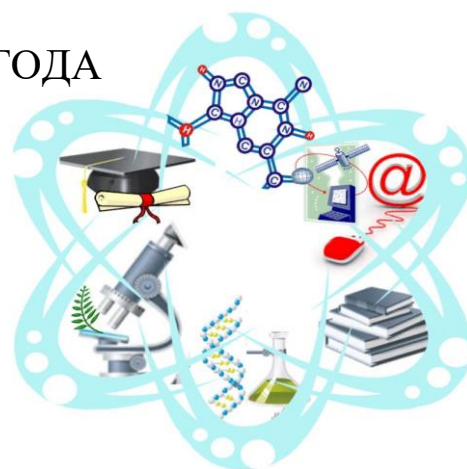
**ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЭКОНОМИКИ И ТОРГОВЛИ
ИМЕНИ МИХАИЛА ТУГАН-БАРАНОВСКОГО»
Институт пищевых производств
КАФЕДРА ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

**ФГАОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО»
ВЫСШАЯ ШКОЛА БИОТЕХНОЛОГИЙ И ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ
ВЫСШАЯ ШКОЛА МАШИНОСТРОЕНИЯ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО ПО ПРОЦЕССАМ И ОБОРУДОВАНИЮ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

**СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ
ВСЕРОССИЙСКОЙ (С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ)
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ ИНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦИИ
ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ, МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СТУДЕНТОВ,
ПОСВЯЩЕННОЙ 60-ЛЕТИЮ КАФЕДРЫ
ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

26-27 ОКТЯБРЯ 2023 ГОДА



ДОНЕЦК 2023

УДК 663/664(05)
ББК 36я5

Коллектив авторов

Научно-техническое творчество по процессам и оборудованию пищевых производств : сб. тез. Всерос. (с междунар. уч.). науч.-практ. интернет-конф. преп., мол. уч. и студ. / Глав. ред. Е.М. Азарян – Донецк: ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ», 2023. – Вып.1. – 154 с.

В сборнике представлены материалы Всероссийской (с международным участием) научно-практической интернет-конференции преподавателей, молодых ученых и студентов, посвященной 60-летию кафедры оборудования пищевых производств «Научно-техническое творчество по процессам и оборудованию пищевых производств».

УДК 663/664(05)
ББК 36я5

© Коллектив авторов, 2023
© ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михала Туган-Барановского», 2023

СЕКЦИЯ «ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПИЩЕВОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

В.Н. Кудрявцев, к.т.н., доцент

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра
Великого»*

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПИЩЕВОЙ ИНДУСТРИИ

Современные направления развития пищевой индустрии можно условно разделить на развитие техники для предприятий пищевой индустрии и развитие технологий.

Одним из важных факторов, оказывающих влияние на развитие пищевых технологий, являются требования со стороны потребителей, однако существенный вклад оказали, как новые открытия в области исследования свойств пищевых продуктов, так и достижения в машиностроении (роботизация и автоматизация производства, разработка новых конструкций машин и аппаратов, использование новых материалов).

Указом президента от 21 января 2020 была утверждена «Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации», в которой, среди национальных интересов в сфере продовольственной безопасности, отдельно отмечена необходимость создания высокопроизводительного сектора, развитие которого должно базироваться на современных технологиях, и обеспечение данного сектора научными работниками и высококвалифицированными специалистами. При этом подготовка высококвалифицированных специалистов для пищевой индустрии (пищевая и перерабатывающая промышленность, сельское хозяйство и рыбное хозяйство РФ) выделена отдельным пунктом.

С целью удовлетворения потребностей населения в безопасных и здоровых продуктах питания, а также конкурентоспособности на рынке производителей за признание потребителей, научно-исследовательские лаборатории и исследователи в данной сфере проводят исследования новых методов переработки и хранения сырья растительного и животного происхождения [1].

В последние годы широкое распространение получила концепция «функциональных продуктов», согласно которой, функциональные продукты должны обеспечивать ключевую роль в снижении риска развития хронических заболеваний, связанных с питанием.

Продукты для функционального питания могут быть: натуральной продукцией; продукцией, обогащенной каким-либо компонентом; продукцией освобожденной от отдельных нежелательных компонентов; продукцией, в которой один или несколько компонентов были модифицированы; продукцией с измененной биодоступностью отдельных веществ либо любым сочетанием

указанных видов продукции.

Получить функциональный продукт из пищевого сырья можно, используя следующие подходы [2]:

1. Удаление из продукта компонента, способного спровоцировать какие-либо вредные реакции при его употреблении (например, аллергенный белок).

2. Увеличение концентрации компонентов, присутствующих в пище естественным образом, до значения, при котором возможно получение необходимых эффектов на организм человека (например, обогащение питательными микроэлементами для достижения суточной дозы выше рекомендуемой суточной дозы).

3. Введение дополнительных компонентов, обладающих положительным действием на организм, но, как правило, не присутствующих в большинстве пищевых продуктов (например, невитаминный антиоксидант или пребиотик фруктаны, состоящий из множества молекул β -D-фруктозы и одной молекулы α -D-глюкозы, связанной с фруктозой через свой полуацетальный гидроксил).

4. Замена отдельных компонентов, поступающих в пищу в избытке, на компоненты с полезными эффектами (например, частичная замена в составе рецептур жиров на модифицированный крахмал).

5. Повышение стабильности или биодоступности компонентов, оказывающих функциональное воздействие или снижающих потенциальный риск развития каких-либо заболеваний (например, в процессе приготовления квашеной капусты с помощью ферментов происходит обогащение витаминами и пробиотиками, а сложные соединения расщепляются на более простые и легкоусвояемые соединения, т.е. более биодоступные).

Для получения конкретных функциональных свойств пищевых продуктов могут быть использованы различные технологические процессы, часть из них основаны на биотехнологии. Несмотря на то, что генная инженерия, по своей сути, не является методом обработки, именно она является наиболее прямым способом достижения определенных функциональных свойств пищевого сырья и, как следствие, готового продукта. Данная группа технологий базируется на изменении генов, содержащихся в определенных клетках, с целью получения новых продуктов с новыми и улучшенными функциональными свойствами [3].

Несмотря на то, что обработку продуктов питания ферментными препаратами принято считать классическим биотехнологическим процессом, данный метод получил достаточно широкое распространение при получении функциональных продуктов питания [4].

Среди основных процессов, использование которых позволяет изменить состав исходного сырья и, как следствие, обеспечить желаемые функциональные свойства пищевых продуктов, следует также выделить мембранные технологии (избирательное выделение отдельных компонентов), обеспечивающие концентрирование, фракционирование и/или очистку пищевого сырья.

Внесение в продукты натуральных ингредиентов с целью их обогащения отдельными элементами — метод, позволяющий частично возместить питательные вещества, потерянные при переработке сырья в продукцию [5].

Концепция развития техники для предприятий пищевой индустрии базируется, в первую очередь, на опережающем развитии науки, как основы технологического прогресса. К основным направлениям развития мирового рынка машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности, как правило, относят автоматизацию и роботизацию технологических производственных процессов; снижение производственных расходов энергетических ресурсов; более глубокая переработка сырья и переход на безотходное производство; повышение производительности оборудования; достижение компактности и модульности; развитие системы удаленного обслуживания; повышение уровня экологичности оборудования. Не менее важным направлением развития техники для пищевой индустрии является модернизация как отдельных машин и аппаратов, так и линий в целом, с целью повышения их функциональности и обеспечения технических возможностей для внедрения на производствах новых технологий, включая возможности изготовления функциональных продуктов питания на традиционных модернизированных линиях.

Следует отметить, что российский экспорт продовольствия в 2022 г. вырос на 12% по отношению к 2021 г., при этом ожидается, что в 2023 г. экспорт увеличится ещё на 12%. Выпуск отечественного пищевого оборудования за период январь-июнь 2023 года, по сравнению с аналогичным периодом прошлого года вырос, на 23,8%.

Таким образом, развитие пищевой промышленности и индустрии питания, как в области разработки технологий изготовления продуктов питания, так и в области оптимизации технологических процессов и улучшения конструкции машин и аппаратов пищевых производств, имеет широкие возможности для достижения новых результатов в данной хозяйственной отрасли.

Список литературы

1. Белкина Н.Г. Новые технологии в производстве функциональных продуктов питания / Н.Г. Белкина, М.А. Конарева, А.М. Кривова // Вестник Российской Клинической Иммунологии, Аллергологии, Инфектологии. — 2018. — Т. 21. — Вып. 1. — С. 101-105
2. Бойцова Ю.С. Специализированные продукты питания в современном мире // Международный журнал гуманитарных и естественных наук - № 3-1 (42) - 2020. – С. 51-54 - DOI: 10.24411/2500-1000-2020-10203
3. Карминский К.В. Особенности производства функциональных напитков / К.В. Карминский, Т.М. Спиридонова // Вестник науки и образования. — 2019. — № 2. — С. 25-30.
4. Руденко Р.А. Новые тенденции в пищевой промышленности / Р.А. Руденко, А.Ю. Насирова // Международный научно-исследовательский журнал. — 2023. — №6 (132). — URL: <https://research-journal.org/archive/6-132-2023-june/10.23670/IRJ.2023.132.7> (дата обращения: 30.10.2023). — DOI: 10.23670/IRJ.2023.132.7.
5. Базарнова Ю.Г., Иванченко О.Б. Исследование состава биологически активных веществ экстрактов дикорастущих растений / Ю.Г. Базарнова, О.Б. Иванченко // Вопросы питания – Т. 85 - №5 – 2016 – С. 100-107

Г.А. Ларионов, д.б.н., профессор,
Е.Н. Солдатова, студ. 3-го курса,
А.К. Васильева, студ. 2-го курса
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный аграрный университет»

НОРМАЛИЗАЦИЯ МОЛОКА В СЫРОДЕЛИИ

В производстве сыров чаще всего используется коровье молоко. Определяющим фактором качества молока является его безопасность [1]. Химический состав и физико-химические свойства молока зависят от различных факторов. В технологии производства молочных продуктов состав молока контролируется [2]. Содержание молочного жира в молоке превышает содержание белка и в связи с этим их соотношение необходимо привести в норму.

Цель – определить химический состав сырого и нормализованного молока и их физико-химические свойства.

В учебной и научно-исследовательской лаборатории по технологии молока и молочных продуктов Чувашского государственного аграрного университета ультразвуковым методом на анализаторе «Клевер-2М» исследования химического состава сырого и нормализованного молока проводили по следующим показателям: массовая доля жира (МДЖ), массовая доля белка (МДБ), массовая доля лактозы (МДЛ), содержание сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), сухого молочного остатка (СМО), минеральных солей (МС), добавленной воды (ДВ), плотность. Экспресс методом на анализаторе рН-метре определили температуру, температуру замерзания и активную кислотность молока.

Нормализацию молока по МДЖ и МДБ проводили сепарированием молока. Расчетное количество обезжиренного молока внесли в цельное молоко и получили смесь с определенным количеством жира и белка.

Результаты исследований химического состава сырого и нормализованного молока и физико-химические свойства приведены в таблице 1.

Установили, что химический состав сырого молока и физико-химические свойства соответствуют средним показателям для молока коров черно-пестрой голштинизированной породы. Соотношение МДЖ и МДБ составляет 1,36. Известно, что для производства сыров соотношение жира и белка рекомендуется в пределах 1,1-1,25. В связи с этим провели сепарирование молока и нормализацию смеси для производства сыров.

В результате сепарирования и нормализации молока МДЖ составила 3,42%, МДБ – 3,02%. Соотношение жира и белка в нормализованной смеси для производства сыра составило 1,13.

В нормализованном молоке увеличилась массовая доля белка и лактозы, содержание СОМО и МС, а также увеличилась плотность молока. Температура замерзания и активная кислотность сырого и нормализованного молока была в пределах нормы. Содержание ДВ в молоке не установили.

Таблица 1 – Результаты исследований сырого и нормализованного молока

Показатель	1 проба	2 проба	3 проба	Среднее
МДЖ, %	<u>4,12</u>	<u>4,14</u>	<u>3,92</u>	<u>4,06±0,07</u>
	3,83	3,20	3,24	3,42±0,20
МДБ, %	<u>2,96</u>	<u>3,00</u>	<u>2,99</u>	<u>2,98±0,01</u>
	2,99	3,04	3,03	3,02±0,02
МДЛ, %	<u>4,37</u>	<u>4,44</u>	<u>4,43</u>	<u>4,41±0,02</u>
	4,42	4,48	4,45	4,45±0,02
СОМО, %	<u>8,03</u>	<u>8,15</u>	<u>8,12</u>	<u>8,10±0,04</u>
	8,12	8,22	8,17	8,17±0,03
СМО, %	<u>12,21</u>	<u>12,34</u>	<u>12,11</u>	<u>12,22±0,07</u>
	12,01	11,48	11,47	11,65±0,18
МС, %	<u>0,69</u>	<u>0,70</u>	<u>0,70</u>	<u>0,69±0,003</u>
	0,70	0,71	0,70	0,70±0,003
ДВ, %	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00±0,00</u>
	0,00	0,00	0,00	0,00±0,00
Плотность, °А	<u>26,72</u>	<u>27,18</u>	<u>27,28</u>	<u>27,06±0,17</u>
	27,33	28,30	28,06	27,89±0,29
Температура, °С	<u>24,98</u>	<u>22,39</u>	<u>22,39</u>	<u>23,15±0,92</u>
	23,06	22,50	22,45	22,67±0,19
Температура замерзания, °С	<u>-0,515</u>	<u>-0,522</u>	<u>-0,520</u>	<u>-0,519±0,002</u>
	-0,519	-0,520	-0,518	-0,519±0,001
Активная кислотность (рН)	<u>6,68</u>	<u>6,72</u>	<u>6,71</u>	<u>6,70±0,01</u>
	6,69	6,71	6,71	6,70±0,006

Следовательно, нормализованное молоко по соотношению молочного жира и белка соответствует рекомендуемым нормам для сыроделия. Нормализация молока позволяет улучшить сыропригодные свойства молока по химическому составу и физико-химическим свойствам.

Список литературы

1. Григорьева, В.В. Контроль качества и безопасности сырого молока / В.В. Григорьева, Р.Н. Иванова, И.Л. Леонтьева // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации: материалы Международной научно-практической конференции. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет. – 2022. – С. 91-94.

2. Ларионов, Г.А. Учебная и научно-исследовательская лаборатория по технологии молока и молочных продуктов ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА / Г.А. Ларионов. – Текст : непосредственный // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию первого выпуска технологов сельскохозяйственного производства (г. Чебоксары, 15 ноября 2018 г.). – Чебоксары : ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, 2018. – С. 200-206.

Е.А. Соловьева, к.т.н., доцент,

И.А. Денисов, студ. 3-го курса

Башкирский институт технологий и управления (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)»

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПИЩЕВОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ И МОДЕЛИРОВАНИЯ

Введение

Пищевая и перерабатывающая промышленность являются важными секторами экономики, обеспечивающими население пищей и другими необходимыми продуктами. Однако, для эффективной работы и конкурентоспособности этих отраслей необходимо постоянное совершенствование технологических процессов. Оптимизация процессов в этих отраслях имеет стратегическое значение для повышения эффективности, снижения затрат и улучшения качества продукции.

Основная часть

Оптимизация процессов пищевой и перерабатывающей промышленности с использованием технологий и моделирования способствует минимизации отходов, сокращению времени производства и улучшению качества продукции.

Внедрение технологий и моделирования в пищевую и перерабатывающую промышленность требует обучения персонала, а также инвестиций в оборудование и программное обеспечение.

Применение современных информационных технологий, таких как системы автоматизации и управления производством (SCADA), позволяет собирать и анализировать данные о процессах в режиме реального времени.

Использование систем планирования ресурсов предприятия (ERP) помогает оптимизировать распределение ресурсов, планирование производства и управление поставками.

Внедрение системы управления качеством (QMS) позволяет контролировать и улучшать качество продукции на всех этапах производства.

Математическое моделирование позволяет описать и анализировать процессы в пищевой и перерабатывающей промышленности, что помогает выявить узкие места и оптимизировать производственные операции. Использование компьютерных программ для моделирования и симуляции процессов позволяет предсказывать результаты изменений в производственных условиях и принимать обоснованные решения для оптимизации.

Оптимизация процессов пищевой и перерабатывающей промышленности с использованием технологий и моделирования является важным шагом в повышении конкурентоспособности предприятий этой отрасли.

Улучшение эффективности и производительности: оптимизация позволяет

сократить время производства, увеличить выход продукции и снизить затраты на ресурсы.

Повышение качества продукции: оптимизация процессов позволяет контролировать и улучшать качество продукции, что способствует удовлетворению потребностей клиентов.

Снижение рисков: оптимизация помогает предотвратить возможные проблемы и снизить риски, связанные с производственными операциями.

Для оптимизации процессов пищевой и перерабатывающей промышленности с использованием технологий и моделирования требуется следующее:

1) Исследование и анализ текущих процессов <ul style="list-style-type: none">• Необходимо провести детальное исследование и анализ существующих процессов.• Это включает в себя изучение всех этапов производства, от сырья до конечного продукта, и выявление возможных узких мест и проблемных зон.
2) Технологические инструменты <ul style="list-style-type: none">• Для оптимизации процессов необходимо использовать различные технологические инструменты, такие как автоматизация, контроль и управление процессами, сенсоры и мониторинг, а также системы сбора и анализа данных.
3) Моделирование и симуляция <ul style="list-style-type: none">• Моделирование процессов позволяет создавать виртуальные модели производственных систем и проверять различные варианты оптимизации без риска для реального производства.• Симуляция позволяет анализировать и предсказывать поведение системы, а также оптимизировать параметры процесса для достижения наилучших результатов.
4) Оптимизация параметров процессов <ul style="list-style-type: none">• На основе результатов моделирования и анализа текущих процессов, можно определить оптимальные параметры процесса, такие как температура, давление, время и скорость.• Это позволит улучшить качество продукции, снизить затраты на производство и повысить производительность.
5) Обучение и развитие персонала <ul style="list-style-type: none">• Для успешной оптимизации процессов необходимо обучение персонала в области новых технологий и методов моделирования.• Персонал должен быть готов к работе с новыми инструментами и быть в состоянии применять полученные знания для улучшения процессов.
6) Постоянное обновление и адаптация <ul style="list-style-type: none">• Технологии и методы оптимизации процессов постоянно развиваются, поэтому важно постоянно отслеживать новые тенденции и инновации в этой области.• Это поможет обеспечить эффективность и конкурентоспособность процессов в пищевой и перерабатывающей промышленности.

Рисунок 1 - Требования для оптимизации процессов ППП с использования технологий и моделирования

Дальнейшее развитие технологий и моделирования в пищевой и перерабатывающей промышленности позволит достичь еще большей эффективности, экономии ресурсов и улучшения качества продукции.

Оптимизация процессов пищевой и перерабатывающей промышленности с использованием технологий и моделирования является актуальной задачей, которая требует постоянного внимания и развития.

Заключение

Оптимизация процессов в пищевой и перерабатывающей промышленности с использованием технологий и моделирования является важным фактором для повышения эффективности, снижения затрат и улучшения качества продукции.

Применение современных информационных технологий и математического моделирования позволяет предсказывать результаты изменений в производственных условиях и принимать обоснованные решения для оптимизации процессов.

В.А. Кириченко, к.т.н., доцент,

А.В. Котыляк, студ. 3-го курса,

А.Р. Ищук студ. 2-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ФОРМЫ НОЖЕЙ МАШИНЫ ДЛЯ НАРЕЗКИ ЗЕЛЕНИ

Эксплуатационные наблюдения за работой машины для нарезки зелени РПМ-ЛШ-01 показали, что наиболее слабым местом в машине является ножевой узел, т. к. качество нарезки не всегда получается удовлетворительным.

Даже при использовании острозаточенных ножей стебли и листья сминаются, часто не перерезаются вообще, при смятии происходит излишнее выделение сока.

Поэтому целью работы является проектирование оптимальной формы ножей машины для нарезания зелени РПМ-ЛШ-01.

Для установления оптимальной формы лезвия мы провели исследования режущих кромок ножей для конкретных условий резания в машине.

Профили у лезвий этих ножей выполнены так, что по мере удаления от оси вращения к периферии величина скольжения меняется, а при этом меняются также и условия резания. Чтобы устранить этот недостаток, достаточно чисто геометрически построить кривую, у которой по всей длине угол между векторами F и P будет оставаться постоянным. Два варианта таких гипотетических профилей для углов 30° и 60° показаны на рисунке 1. В обоих случаях векторы P_1 и P_2 равны друг другу.

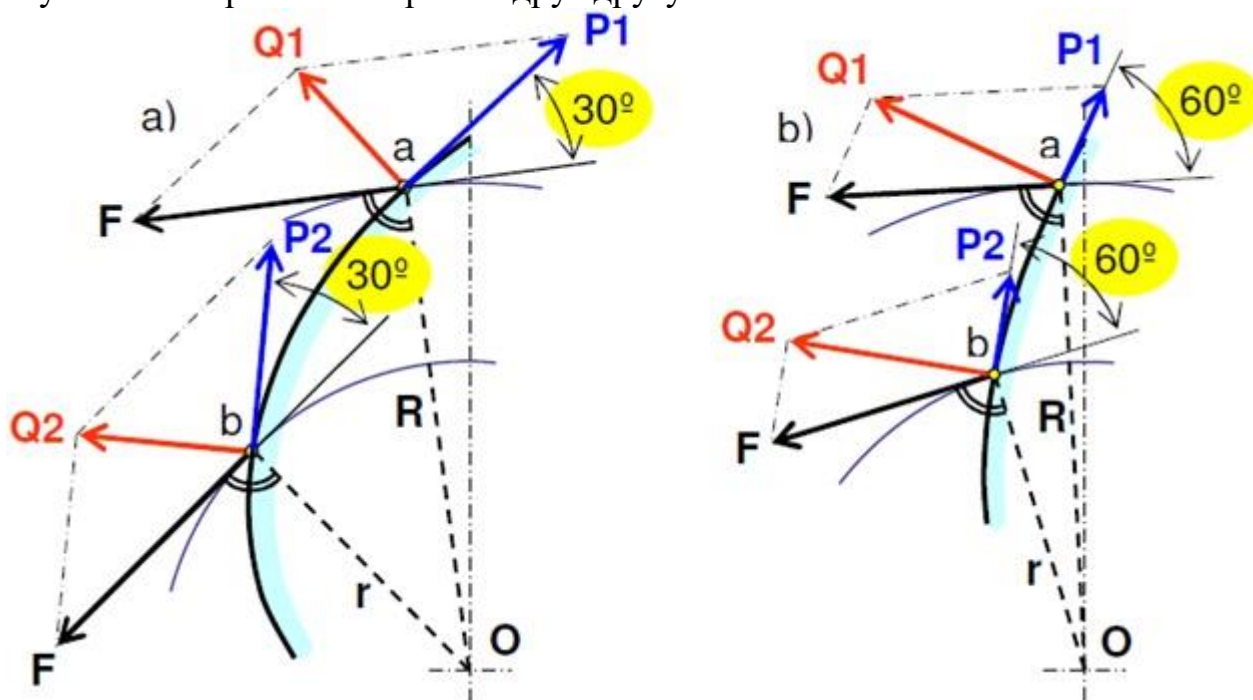


Рисунок 1 – Гипотетические профили режущих кромок

На рисунке 2 видно, что поверхность, в пределах которой расположены реальные профили режущих кромок ножей по форме практически совпадает с поверхностью, ограниченной гипотетическими профилями, показанными на рисунке 1. Поэтому именно их можно использовать при проектировании оптимальной формы ножей.

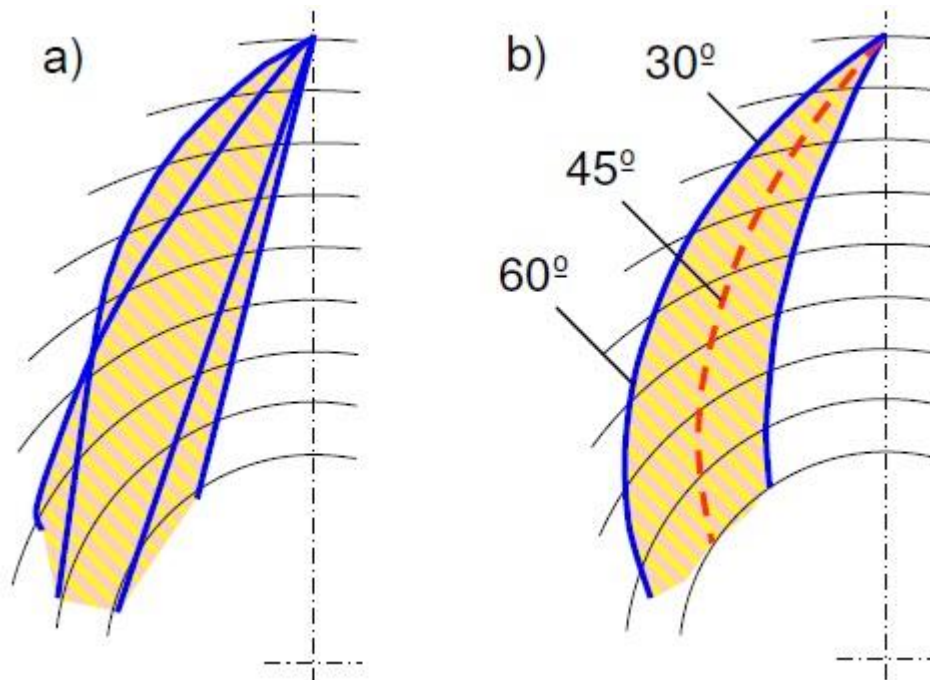


Рисунок 2 – Профили режущих кромок ножей: а) реальные; б) гипотетические

Известно, что чем больше коэффициент скольжения, тем эффективнее происходит процесс резания. Поэтому и нож для нарезки зелени должен иметь форму, при которой скольжение будет постоянным по мере удаления от оси вращения к периферии. С этой целью в проектируемом ноже необходимо совместить профили режущих кромок с углами 30°, 45° и 60° как на рисунке 2 б.

Поэтому мы сделали вывод о том, что в машине РПМ-ЛШ-01 наиболее целесообразно применить ножи с режущей кромкой, выполненной в форме спирали с углами режущих кромок 30°, 45° и 60°, что даёт такие преимущества: снизится суммарный момент, действующий на вал червяка (нож крепится на вал червяка); обеспечивается высокое качество нарезки продукта; исключается потеря влажности; увеличивается выход готового продукта, уменьшается количество отходов; снижение усилий резания дают основания предположить установку двигателя меньшей мощности.

С.В. Громов, к.т.н., доцент,

В.Ю. Мовчан, студ. 2-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ВЫСОКИМ ЦИКЛИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ СЛИВОЧНОГО МАСЛА НА ЕГО ТЕРМОУСТОЙЧИВОСТЬ

Сливочное масло (СМ) представляет собой ценный пищевой продукт, выработанный из коровьего молока. Как и все жиры, СМ является нестойким в хранении пищевым продуктом. В настоящее время в пищевой и масложировой промышленности наиболее инновационной технологией, обеспечивающей стабильность потребительских качеств продуктов питания в процессе их длительного хранения является технология высокого давления (ВД) и высокого циклического давления (ВЦД).

Внедрение в практику выработки СМ технологий ВЦД затруднено, в связи с тем, что в настоящее время не изучен в достаточной мере механизм воздействия ВЦД на его термоустойчивость и, как следствие, в настоящее время, молочная и масложировая промышленности не производят СМ длительного срока хранения.

Анализ априорной информации позволил нам выдвинуть предположение, что в связи с тем, что обработка СМ ВЦД после его выхода из маслообразователя приводит к существенным изменениям его структуры и дисперсности, консистенции, изменениям физико-химических показателей, данные изменения потенциально могут повысить его термоустойчивость.

Измерение термоустойчивости сливочного масла было выполнено согласно ГОСТ 52253-2004 «Масло и паста масляная из коровьего молока. Общие технические требования». Данный показатель в диапазоне от 0,86 до 1,00 усл. ед. считается приемлемым для СМ и включен в ГОСТ Р 52969-2008 как обязательный, требующий периодического контроля на производстве. Метод основан на определении способности продукта сохранять форму (не деформироваться под воздействием собственной массы).

В качестве объекта исследования при изучении термоустойчивости было использовано СМ после 3 месяцев его хранения, по истечении которых завершается формирование его структуры и влияние ВЦД на изменение его свойств, описываемых химическими числами максимально. Перед измерением исследуемые образцы выдерживали в течение 1 суток в морозильной камере при температуре не выше минус 5 °С, а затем дефростировали при комнатной температуре до температуры образцов 10 °С...14 °С. Далее из подготовленного продукта пробоотборником вырезали пробы диаметром 20 и высотой 20 мм, которые помещали на стеклянной пластине в термостат и выдерживали 2 часа при заданной температуре (от 26 до 35 °С), после чего образцы СМ располагали на масштабной-координатной бумаге и рассчитывали показатель термоустойчивости.

Результаты этих исследований приведены на рисунке 1.

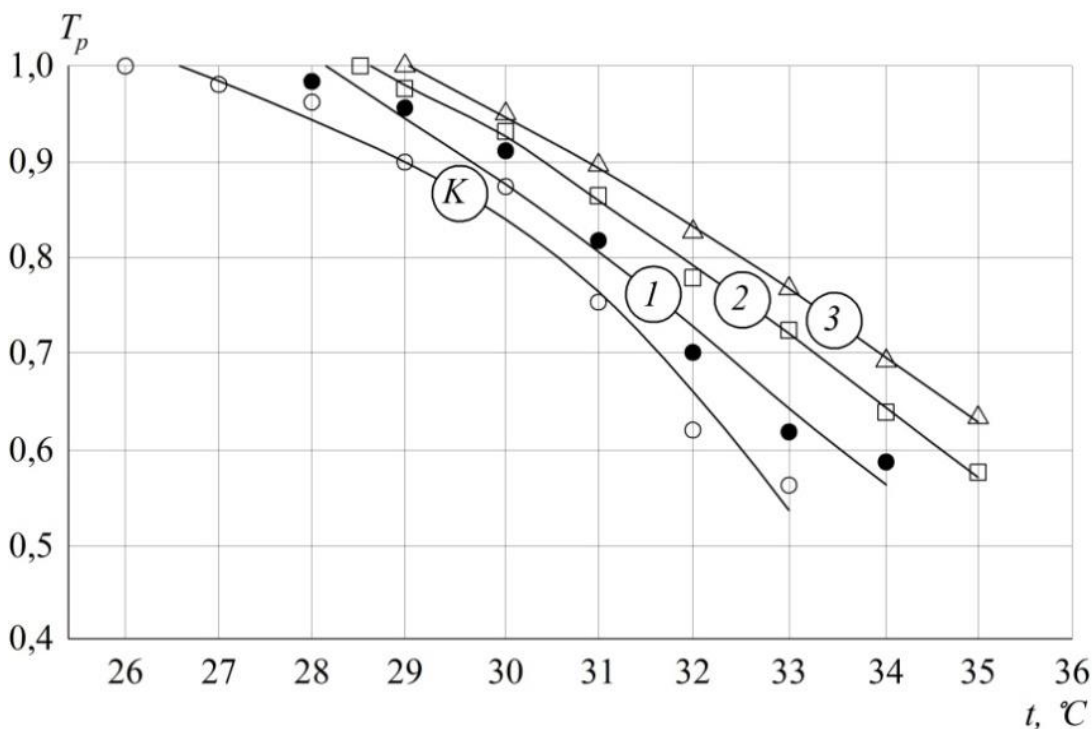


Рисунок 1 – Термостойкость СМ, контрольного образца – К, и обработанных ВЦД

1: $P_{\max} = 230$ МПа, $n = 3$, $v_{и\uparrow} = 5$ МПа/с; $v_{и\downarrow} = 10$ МПа/с;

2: $P_{\max} = 290$ МПа, $n = 3$, $v_{и\uparrow} = 5$ МПа/с; $v_{и\downarrow} = 10$ МПа/с

3: $P_{\max} = 350$ МПа, $n = 3$, $v_{и\uparrow} = 5$ МПа/с; $v_{и\downarrow} = 10$ МПа/с

Из графика видно, что при стандартной температуре, предусмотренной ГОСТ 52253-2004 – (30 ± 1) °C термостойкость контрольного образца составила 0,84, что соответствует «удовлетворительной» термостойкости (диапазон значений показателя $0,70 \div 0,85$). Плавление образца СМ началось при температуре 27 °C и кривая, описывающая изменение показателя термостойкости при повышении температуры, носит ярко выраженный степенной характер. Характер кривых, описывающих изменение данного показателя для образцов, обработанных ВЦД, имеет более прямолинейный характер. Температура начала плавления образца 1 равна 28 °C, образца 2 – 29 °C и образца 3 – 29,5 °C. При температуре 30 °C показатель термостойкости для вышеперечисленных образцов составил 0,88; 0,92 и 0,96 соответственно, что характеризует термостойкость данных образцов СМ как «хорошую».

Улучшение показателя термостойкости в образцах СМ, обработанных ВЦД, может быть результатом изменения его дисперсности на макро- и наноуровне и увеличением его плотности.

Вывод: анализ полученных результатов позволил нам констатировать, что обработка сливочного масла высоким циклическим давлением приводит к улучшению показателя термостойкости.

В.Д. Малыгина д.э.н., профессор

А.Е. Балдина студ. 2-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПИЩЕВОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Пищевая и перерабатывающая промышленность играют ключевую роль в производстве и обеспечении качественных продуктов питания. Множество факторов, таких как сырье, производственные линии, технологические процессы и качество продукции, влияют на эффективность и успешность предприятия. В этой сфере важно иметь возможность оптимизировать и улучшать технологические процессы для повышения производительности, снижения затрат и повышения качества продукции.

Одним из ключевых факторов, влияющих на эффективность и успешность предприятия, является выбор правильного сырья. Качество и свежесть сырья влияют на конечный продукт, поэтому важно установить надежные поставки сырья высокого качества.

Технологические процессы также играют важную роль в пищевой и перерабатывающей промышленности. Оптимизация процессов может повысить производительность, снизить время производства и уменьшить количество брака. Внедрение автоматизированных систем и использование новых технологий позволяет улучшить эффективность работы предприятия.

Качество продукции является одним из основных факторов, влияющих на успех предприятия. Постоянный контроль и анализ качества помогают выявлять и устранять возможные проблемы и дефекты продукции. Регулярное обучение сотрудников и соблюдение стандартов качества также играют важную роль в производстве высококачественных продуктов.

Математическое моделирование - это инновационный метод, который может служить эффективным инструментом при оптимизации технологических процессов в пищевой и перерабатывающей промышленности. Оно позволяет создавать математические модели процессов с целью анализа, оптимизации и прогнозирования результатов работы системы.

Одной из областей, где математическое моделирование может быть полезным, является расчет оптимальных режимов технологических процессов. Например, представим себе производство соков. Важными факторами являются состав сырья, температура обработки и время экстрагирования. Путем применения математического моделирования можно определить оптимальные значения этих параметров, которые позволят получить максимальную выходную продукцию с заданных исходных данных. Таким образом, предприятие сможет снизить потери сырья и энергии.

Кроме того, математическое моделирование может быть использовано для оптимизации транспортировки и распределения продуктов. В процессе

переработки пищевых продуктов, широко распространена проблема оптимальной логистики, связанная с распределением продукции на складах и доставкой продукции потребителям. Математическое моделирование позволяет определить оптимальные маршруты доставки, максимизируя эффективность, снижение затрат и сокращение времени доставки. Например, компания, занимающаяся производством молочной продукции, может использовать математическую модель для определения оптимального маршрута доставки своих товаров в разные регионы, учитывая такие факторы, как дистанция, транспортные затраты и потребность в продукции в каждом регионе.

Кроме указанных примеров, математическое моделирование может применяться во многих других областях пищевой и перерабатывающей промышленности, включая определение оптимальных параметров в процессе хранения и упаковки продукции, управление отходами и утилизацией, анализ влияния новых технологий и инноваций на эффективность производства и многое другое. Например, математическое моделирование может быть использовано для оптимизации процессов сушки, ферментации, пастеризации и стерилизации продуктов питания. Также моделирование может помочь в анализе и прогнозировании рисков, связанных с безопасностью пищевых продуктов, таких как контаминанты и микроорганизмы.

Математическое моделирование также широко используется в области генетической инженерии и биотехнологии, где оно может помочь в оптимизации процессов клонирования, выращивания и производства биотехнологических продуктов.

Оптимизация технологических процессов в пищевой и перерабатывающей промышленности является основой для повышения эффективности и конкурентоспособности предприятий. Использование математического моделирования позволяет достичь этих целей путем создания оптимальных моделей и разработки стратегий для оптимизации процессов. Это важное направление развития, которое может привести к улучшению производительности, снижению затрат и повышению качества продукции в пищевой и перерабатывающей промышленности.

Список литературы

1. Дудорин В.И. Моделирование в задачах управления производством. [Управление производством]. Москва, 1980.
2. Дворецкий Д.С., Дворецкий С.И., Муратова Е.И., Ермаков А.А. Компьютерное моделирование. [Биотехнологические процессы и системы]. Тамбов, 2005.

Е.И. Кипрушкина, д.т.н., доцент

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО»

В.А. Парамонова, к.т.н., доцент

Е.А. Бубыр, студ. 2-го курса магистратуры

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ИССЛЕДОВАНИЕ УБЫЛИ ВЛАГИ ИЗ КИЗИЛЬНОЙ МАССЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ СВЧ-КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ И ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТИ МАГНЕТРОНА

Благодаря приятному аромату, кисло-сладких, терпких и немного вяжущих на вкус плодов, кизил широко используют как в свежем, так и в переработанном виде в консервной и кондитерской промышленности, а также в кулинарии. Чаще всего из плодов кизила получают джемы, повидло, желе, варенье, компоты, соки, сиропы, различные безалкогольные напитки, а также вина и ликёры. Следует отметить, что правильно налаженное производство по переработке кизила может быть практически безотходным.

Одним из наиболее прогрессивных методов интенсификации тепломассообменных процессов является применение СВЧ-энергии, что позволяет снизить расходы теплоносителей, количество отходов и уменьшить занимаемые площади [1].

Лабораторный стенд представляет микроволновую печь LG, подключенную в сеть через измерительный комплекс К-50. Температуру продукта до и после обработки контролировали пирометром марки Cason CA380. Контроль массы проводили с помощью электронных весов Ohaus SPS 6001F для взвешивания образцов с максимальной массой 6000 г и разрешающей способностью 0,1 г. Перед проведением экспериментальных исследований проводили подготовку объекта исследования, для чего из кизила удаляли косточку, а полученную массу делили по емкостям для обработки навесками массой 20...30 г.

В процессе исследования СВЧ-конвективной сушки мякоти кизила был проведен двухфакторный эксперимент. В качестве варьируемых факторов были выбраны выходная мощность микроволновой печи P , Вт (540, 720 и 900 Вт) и длительность обработки продукта τ , с (30, 60 и 90 с).

В процессе эксперимента контролировали ток и напряжение питания микроволновой печи, массу кизила до и после обработки, а также высоту продукта в ёмкости, длительность сушки, температуру продукта до обработки, а также в период релаксации. Запись температуры в период релаксации осуществляли видеосъемкой.

На рисунке 1 представлена поверхность изменения процента убыли влаги из кизильной массы в зависимости от длительности СВЧ-конвективной сушки и выходной мощности магнетрона. Начальная влажность в расчетах была принята по среднему значению влажности кизила - 85%. Процент удаляемой влаги был рассчитан как отношение изменения влажности кизила к его

начальной влажности.

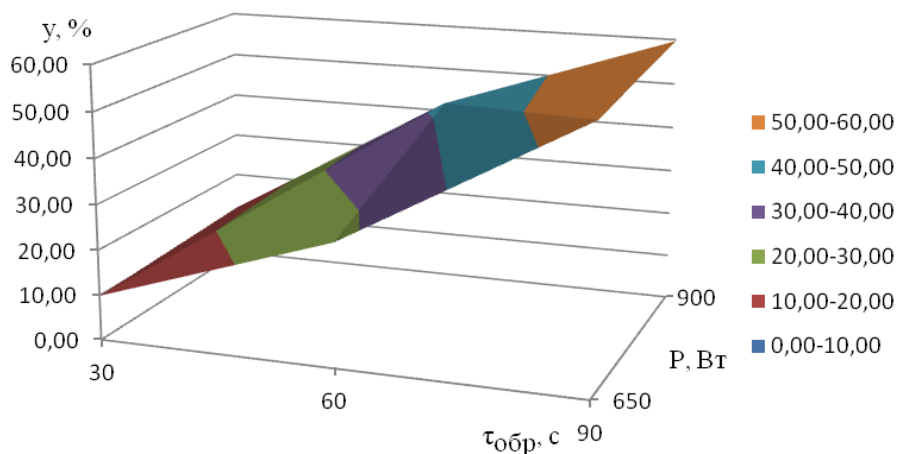


Рисунок 1 - Поверхность изменения процента убыли влаги из кизильной массы в зависимости от длительности СВЧ-конвективной сушки и выходной мощности магнетрона

Для определения убыли массы продукта ($y, \% = \Delta W \cdot 100 / m_1$) от исследуемых факторов может быть использована зависимость:

$$y, \% = 0,677 \cdot \tau_{\text{раб магн}} + 0,012 \cdot m_1 - 1,012$$

Исходя из полученных данных, можно отметить, что уже через 60 с обработки влажность кизильной массы снижается более чем на 20% от первоначальной влажности, а скорость удаления влаги продолжает расти. При проведении предварительного эксперимента для определения примерной длительности облучения продукта было установлено, что малый объем продукта (деление на порции примерно 20 г) подвергается процессу пиролиза за 180 с. Также следует отметить, что в течение первых 90 с обработки продукт теряет около 60% от своей первоначальной массы.

Таким образом, обработка кизила в СВЧ-поле позволяет существенно сократить длительность сушки, а при его обработке в слое не более 2 см обеспечить удаление из объема порядка 60% влаги в течение 90 с.

Список литературы

1. Кудрявцев В.Н., Парамонова В.А. СВЧ-обработка зерна злаковых культур как метод защиты от патогенной микрофлоры в процессе хранения и улучшения их посевных свойств, а также техника для её реализации / В.Н. Кудрявцев, В.А. Парамонова // Агропромышленная политика Донецкой Народной Республики: реалии и перспективы: Сб. матер. II межд. научн.-практ. конф. «Экономика Донбасса: векторы социально-экономического и исторического развития». – Донецк, ГО ВПО «ДонНУЭТ имени Михаила Туган-Барановского», 2019. – 485 с. - С. 396-403

И.А. Сибирцева, ст. преподаватель,

А.В. Ищенко, к.х.н., доцент,

А.В. Великохатко, студ. 2-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ПОЛЬЗА И ВРЕД ЭКЗОТИЧЕСКИХ ФРУКТОВ

Путешествуя за границей, тем более в жарких странах, туристы нередко сталкиваются с абсолютно неизвестными экзотическими растениями. Но насколько людям нравятся экзотические фрукты и какова их вред и польза? Собственно, что это – лакомство или важный компонент питания? На эти вопросы попытаемся ответить в ходе нашего исследования.

Выращиваемые в субтропическом поясе фрукты, у нас уже хорошо известны: гранат, плоды земляничного дерева, киви, финики, инжир, хурма, маракуйя, фейхоа и другие. Большинство из этих видов содержат большое количество сахаров и влаги, витамина С, они очень питательны и легко усваиваются.

Тропические фрукты (папайя, ананас, банан, манго) – источники витаминов А, В₁, В₂, В₃, В₆, В₉, С, Е, РР, а также калия, кальция, натрия, фосфора, магния, железа.

Экзотические плоды содержат в себе все нужные витамины, чтобы наш организм был прочным и здоровым. Например, помело богат витамином С и В, калием, а ещё бета-кератином, эфирными маслами и ферментами, расщепляющие жиры и белки. В манго содержатся витамины всех групп, а ещё минералы: железо, медь селен, калий и др.

В кокосе, не считая минералов, находится лауриновая кислота и большая численность аминокислот. В ананасе находятся пищевые волокна, марганец, кислоты, калий, витамины А, В, С, Е; грейпфрут содержит много йода, натрия, калия, фосфора, бета-каротина, витамины А и В. Подключив в рацион питания кумкват, можно насытить свой организм такими витаминами, как В₁, С, А, В₂, В₃, а также железом, кальцием, магнием.

Рассмотрим содержание витаминов и минералов в киви. (рис. 1)

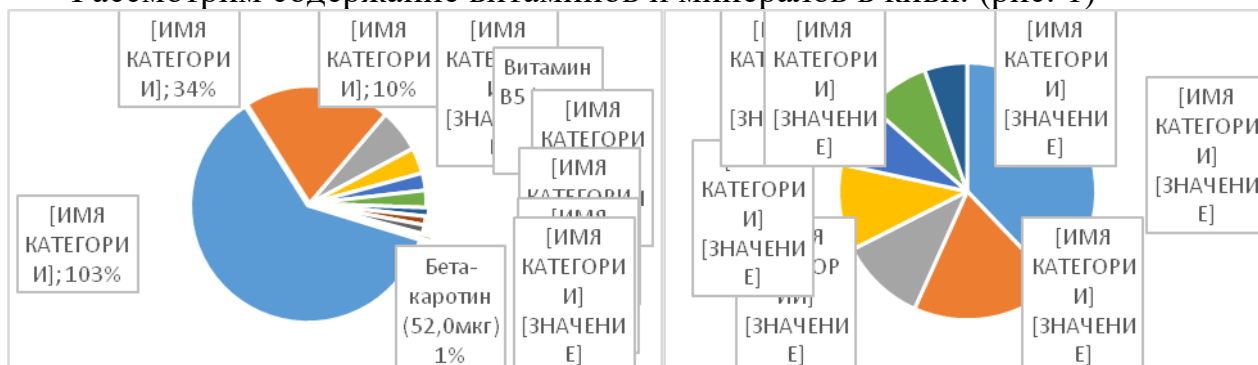


Рисунок 1 – Количество витаминов и минералов в мг и процентное содержание витаминов от суточной нормы потребления (в 100 г киви)

Киви является рекордсменом по содержанию витаминов С и К. Кроме того, киви содержит фермент актинидин, способствующий расщеплению белков и помогает организму правильно переваривать пищу.

Итак, мы убедились, что экзотические фрукты – настоящий клад для организма. Ключевая польза необычных фруктов приблизительно та же, что и других: витамины, минеральные вещества. По их содержанию очень мало равных киви, гуаве, помело, рамбутану, кумквату и папайе. Много врачей считают, что одного плода того же киви или манго в день достаточно, чтобы укрепить иммунитет, а также использовать как профилактику сердечных заболеваний. Однако употреблять экзотические фрукты следует очень осторожно и постепенно, нужно дать привыкнуть вашему организму к «новым» фруктам.

Кроме того, фрукты могут стать опасными для организма, если не знать их способа употребления. Например, если косточку авокадо не удалить сразу после того, как вы разрежете фрукт, есть опасность получить отравление. Такие полезные ананас, киви, манго, лайм и личи повышают кислотность желудка, а помело, маракуйя и папайя могут вызвать аллергическую реакцию, вплоть до анафилактического шока. Поэтому, главное не увлекаться и принимать экзотические фрукты дозированно.

Естественно, в течение жизни наш желудочно-кишечный тракт переваривает самые разные продукты, но использовать весь потенциал фрукта способна только ферментативная система, в которую на генетическом уровне заложена эта способность. Наша ферментативная система формировалась несколько тысяч лет, и ещё пятьдесят лет назад апельсины и бананы были для населения нашей местности подобной экзотикой, как в данный момент маракуйя. Так, что на данном этапе наш организм просто не готов извлечь из экзотических фруктов всю пользу, которая в них содержится. Наивно полагать, что все привозные фрукты росли в диких рощах и тропических лесах. Они выращиваются, как правило, промышленным способом, с использованием большого количества разнообразной химии. Кроме того, чтоб заморский красавец доплыл к нам через моря-океаны, долетел через высокие горы в целости и сохранности, используют специальные консервирующие защитные составы.

Список литературы

1. Дубцов, Г.Г. Тропические плоды на российском рынке// Пищевая промышленность. – 2011. – № 3. – С. 54-57
2. Минаева, У.А. Мониторинг поступления и радиологическая безопасность экзотических фруктов / У.А. Минаева, О.С. Винтеева, Л.А. Очирова// Научный диалог: Молодой ученый: Материалы VI Международной научно-практической конференции (22 мая 2017 г.) – СПб., – 2017. – С 31-33

Н.В. Суханова, к.т.н., доцент,

И.А. Уланов, студ. 3-го курса

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОЦЕССА ОТВОЛАЖИВАНИЯ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Отволаживание, как составной элемент гидротермической обработки зерна, характеризуется временем, в течение которого под действием влаги происходит преобразование технологических свойств зерна. Оптимальная длительность отволаживания при холодном кондиционировании зерна с периодическим процессом отволаживания характеризуется индивидуальными особенностями зерна (тип, район произрастания, стекловидность и др.) и условиями его гидротермической обработки (степень увлажнения, температура зерна и воды и пр.). Гидротермическая обработка нацелена на такое изменение технологических свойств перерабатываемого зерна, при котором достигается максимальная возможность повышения выхода муки высоких сортов, увеличение ее общего выхода, снижение затрат энергии на производство одной тонны готовой продукции. При увлажнении зерна наблюдаются два явления: диффузионное проникновение молекул воды во внутреннюю структуру (объем зерна), сопровождающееся изменением энтропии; адсорбционное связывание молекул белка и углеводов зерновки, сопровождающееся тепловым эффектом (изменением энтальпии) - выделением теплоты гидратации.

Определены основные факторы, влияющие на процесс проникновения влаги внутрь зерна: время взаимодействия зерна с водой; исходная влажность зерна; исходная температура зерна; температура воды; сортовые, структурные и прочие особенности зерна. Временная взаимосвязь преобразования технологических свойств зерна с эффектами контракции, разрыхления эндосперма и выделением теплоты гидратации положена в основу ряда методов и устройств определения оптимальной длительности отволаживания. В системе управления непрерывным отволаживанием разработанной МГУПП длительность техпроцесса $t_{отв. опт.}$ рассчитывается по уравнению регрессии (1) в зависимости от восьми факторов:

$$t_{отв. опт.} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 + a_6x_6 + a_7x_7 + a_8x_8, \quad (1)$$

где x_1 - объемная масса зерна, г/л; x_2 - начальная влажность, %; x_3 - степень увлажнения, %; x_4 - начальная температура, °С; x_5 - содержание клейковины, %; x_6 - качество клейковины, по ИДК усл. ед.; x_7 - стекловидность, %; x_8 - зольность, %; a_0 - нулевой коэффициент уравнения регрессии; $a_1...a_8$ - коэффициенты уравнения регрессии.

Необходимое значение расхода зерна из бункера отволаживания рассчитывается по формуле (2) и в виде сигнала задания передается регулятору расходу зерна:

$$G = (H_6 * F_6) / (a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 + a_6x_6 + a_7x_7 + a_8x_8), \quad (2)$$

где H_6 - уровень зерна в бункере, м; F_6 - площадь поперечного сечения в бункере, м².

Установлена зависимость изменения времени отволаживания и массы воды, расходуемой на увлажнение, от входных параметров, что позволило определить оптимальный режим. Получены графики зависимости времени отволаживания и количества воды, необходимой для увлажнения зерна, от изменения входных параметров. На основе анализа полученных результатов можно сделать вывод о том, что входные параметры оказывают различное влияние на процесс отволаживания. В частности, снижение температуры зерна с 27 до 9 °С приводит к увеличению времени отволаживания более чем в 2,1 раза, что в свою очередь приводит к увеличению количества воды с 1,3 т до 1,5 т. Повышение степени увлажнения с 1 до 5 % на время отволаживания влияет незначительно, но расход воды при этом возрастает в несколько раз. При возрастании времени отволаживания в зерне происходят следующие изменения: быстро уменьшается стекловидность, повышается качество клейковины, снижается натура зерна, что в положительную сторону влияет на размольные характеристики зерна.

В результате работы установлено, что наибольшее влияние на процесс отволаживания оказывает температура и степень увлажнения зерна, поэтому данные параметры надо контролировать с высокой степенью точности. Задание на расход увлажняющей воды необходимо корректировать по начальной температуре зерна.

А.В. Терёхина, к.т.н., доцент,

М.В. Копылов, к.т.н. доцент

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПСИЛИУМА В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МАРГАРИНОВОЙ ПРОДУКЦИИ

В настоящее время перспективным направлением в пищевой промышленности является создание новых продуктов питания в составе которых присутствуют инновационные ингредиенты. Некоторые ингредиенты улучшают вкус, другие придают продукту функциональную направленность, а некоторые из них улучшают функционально-технологические свойства продуктов. Важным функционально-технологическим свойством маргариновой продукции, является их гомогенность, плотность и стойкость.

Использование клетчатки в составе эмульсионных продуктов питания может улучшить их функционально-технологические свойства. Одним из популярнейших видов клетчатки в настоящее время является псилиум. Семена подорожника (псилиум) (рисунок 1) имеют следующий состав: содержание

пищевых волокон на 100 г. – 87,8 г; массовая доля жира – 0,2 %; массовая доля углеводов – 2,4 %; массовая доля белка – 1,5 %. Энергетическая ценность составляет 193 кал, а рН водного раствора (1:10) = 7,89.



Рисунок 1 – Псиллиум

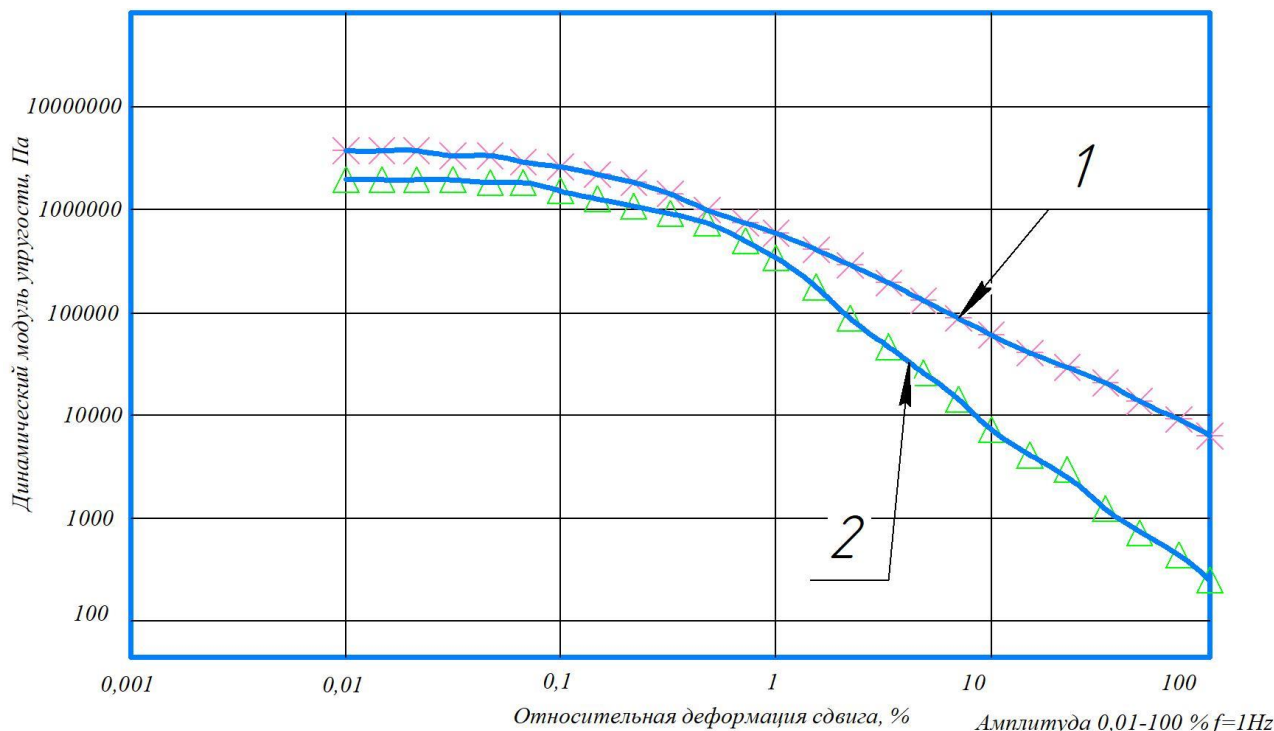
Добавление клетчатки в маргариновую продукцию, используемую для производства теста слоеного вида, повышает ее качество за счет абсорбции части воды и масла этой клетчаткой, предотвращая абсорбцию слоеным тестом, используемым для этого печенья. Способность абсорбирования воды лежит примерно в пределах от 8 мл/г до 11 мл/г, а масло абсорбируется в пределах от 1,3 г/г и 3,5 г/г. Водоудерживающую способность устанавливали во время центрифугирования, определяя ее как количество воды, удерживаемое 1 г псиллиума. Применение в композициях псиллиума дает возможность образования гелиевой структуры, тем самым увеличивая плотность и гомогенность маргариновой продукции.

На рисунке 2 приведена зависимость динамического модуля упругости от относительной деформации сдвига для стандартного маргарина и для маргарина с клетчаткой. Для анализа использовался реометр с плоскопараллельным зазором. Из зависимости видно, что динамический модуль упругости выше для маргарина в рецептуре которого присутствовал псиллиум (экспериментальный образец маргарина с клетчаткой).

В состав экспериментального образца вошли такие ингредиенты как: моноглицериды, жидкий лецитин, стеарин ши, подсолнечное масло, лимонная кислота, псиллиум (клетчатка) и вода. Жировая фаза заняла 71 % процент рецептуры.

Особенностью состава экспериментального образца маргарина с клетчаткой является сниженное количество насыщенных жиров (экспериментальный образец содержит 30 %, стандартный маргарин содержит 50 %), но анализируя вязкостно-структурные характеристики рассматриваемых

образцов можно сделать вывод об их практической идентичности. Что позволяет говорить о улучшении реологических свойств маргаринов за счет введения в их состав семян подорожника (псилюма).



1 – экспериментальный образец маргарина с клетчаткой;

2 – стандартный маргарин

Рисунок 2 - Зависимость динамического модуля упругости от относительной деформации сдвига

А.Р. Булгаков, студ.,

А.В. Гордиенко, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОДОРЕЗАНИЯ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

В результате проведенного анализа существующих способов получения и средств формирования пульсирующих струй воды высокого давления было установлено, что наиболее перспективными для проведения исследований являются искусственные гидропульсирующие струи (как наиболее эффективные), получаемые механическим способом с внешним прерыванием непрерывной струи воды при помощи вращающегося диска с прорезями и внутренним прерыванием струи за счет наконечника, установленного в корпусе гидропульсирующего инструмента. Выбор этих способов обусловлен в

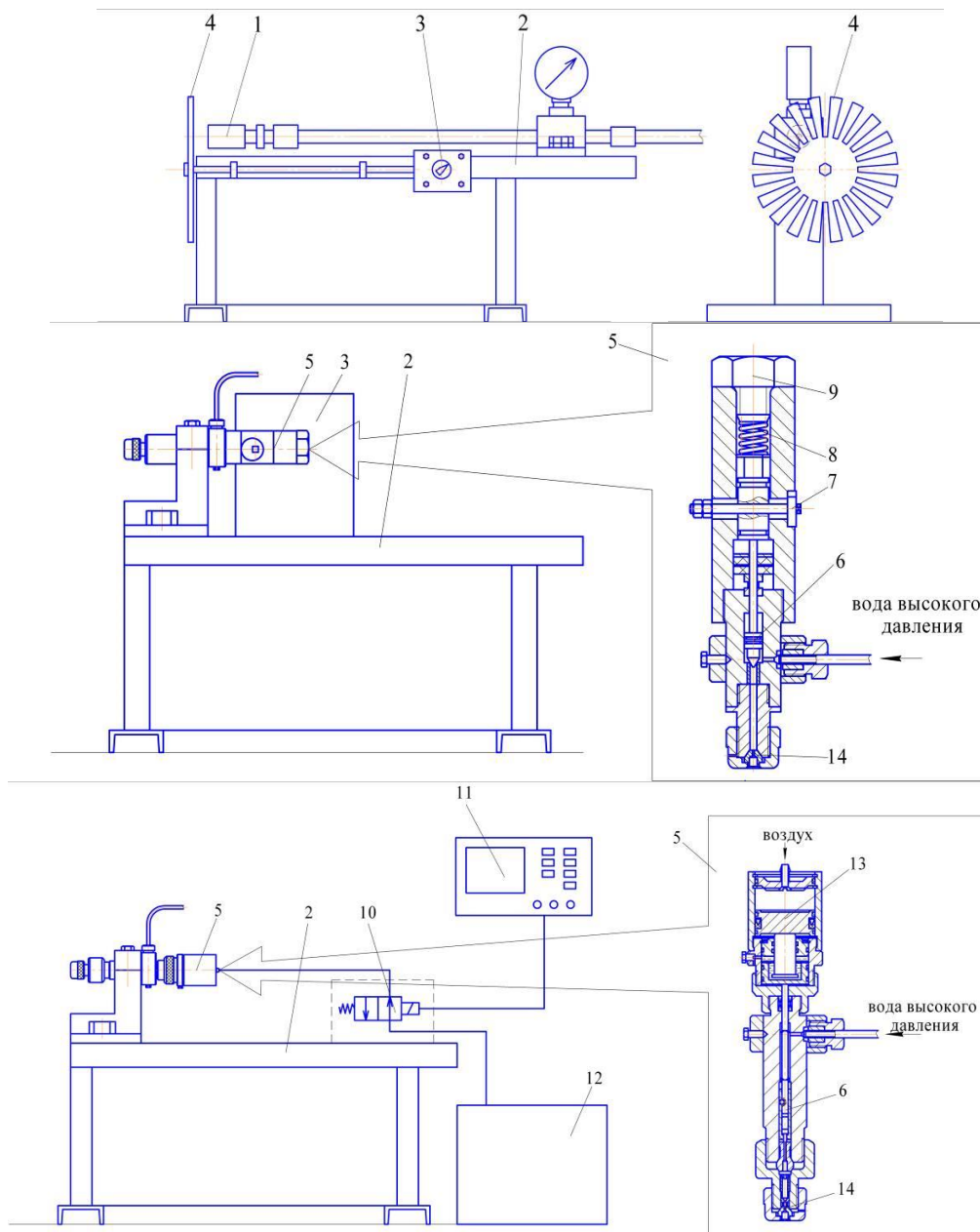
основном тем, что, во-первых, механическое прерывание представляет собой наиболее перспективный способ получения гидропульсирующих струй, а во-вторых, в этом случае получение и контролирование заданной частоты пульсации скорости струи, как основного ее параметра, возможно без проведения дополнительных исследований.

Для реализации способа механического прерывания непрерывной струи воды были разработаны различные гидропульсирующие инструменты, условно обозначенные как «установка 1», «установка 2» и «установка 3» (далее кавычки опускаются), схемы которых представлены на рисунке 1.

В конструкции гидропульсирующей установки 1 (рисунок 1, а) реализован принцип внешнего прерывания непрерывной струи воды за счет диска с прорезями. При вращении диска, установленного у среза струеформирующего устройства (рисунок 1, а), от электродвигателя с тиристорным регулятором скорости непрерывная высокоскоростная струя воды прерывается и таким образом формируется пульсирующая струя. Изготовленные три диска с прорезями позволяют получать частоту пульсации скорости струи от 12 до 9750 Гц.

Принцип внутреннего прерывания непрерывной струи воды может реализовываться в двух установках (рисунок 1, б и в), отличающихся формой наконечника и типом его привода. Гидропульсирующая установка 2 (рисунок 1, б) имеет конический наконечник и кулачковый привод, а установка 3 (рисунок 1, в) – цилиндрический наконечник и пневмоэлектрический привод. Конструкция гидропульсирующей установки 2 позволяет получать частоту пульсации скорости струи воды от 12 до 4500 Гц, а установки 3 – от 10 до 3000 Гц.

Прерывание потока воды при помощи установок 2 и 3 (рисунок 1, б и рисунок 3.4, в) осуществляется за счет возвратно-поступательного движения наконечника, обеспечивающего попеременное открытие и закрытие канала подачи воды высокого давления к струеформирующей насадке 14. При этом для установки 2 (рисунок 1, б) движение наконечника вверх обеспечивается за счет кулачка 7, получающего момент вращения от электродвигателя 3, а движение вниз – за счет возвратной пружины 8. Для установки 3 (рисунок 1, в) движение наконечника вверх производится за счет подачи воды высокого давления к струеформирующей головке 5, а движение вниз – за счет периодической подачи сжатого воздуха в гидроусилитель 13 посредством пневмораспределителя 10, пневмосистемы 12 и генератора электрических сигналов 11.



В

Рисунок 1 - Схемы гидропульсирующих установок:

а – установка 1; б – установка 2; в – установка 3; 1 – струеформирующее устройство; 2 – сварная рама; 3 – электродвигатель с тиристорным регулятором скорости; 4 - диск; 5 – струеформирующая головка; 6 – наконечник; 7 – кулачек; 8 – возвратная пружина; 9 – винт; 10 - пневмораспределитель с электроуправлением; 11 - генератор электрических сигналов; 12 - пневмосистема; 13 – гидросилитель; 14 – струеформирующая насадка.

А.А. Высоцкий, студ.,

А.В. Гордиенко, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОРЕЗНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Водоструйное измельчение пищевых продуктов базируется на использовании кинетической энергии жидкости, вытекающей под сверхвысоким давлением из струеформирующего сопла.

Существующее оборудование для гидроабразивной резки различных твердых материалов не может быть использовано для резки пищевых продуктов вследствие наличия следующих недостатков [1]:

1) невозможность резать продукты питания в связи с использованием абразивного материала; 2) недостаточная скорость движения режущего струи для резки твердых пищевых продуктов; 3) сверхвысокое давление рабочей жидкости; 4) наличие пульсации давления истечения жидкостной струи сверхзвуковой скорости в момент реверса поршней мультипликатора; 5) наличие двух и более гидромultiпликаторов; 6) сложность конструкции.

Целью работы является создание установки для водорезания пищевых продуктов без использования абразива, а именно костей, замороженных мяса и рыбы.

С целью создания высокоэффективного водорезного оборудования для измельчения пищевых продуктов были проведены комплексные исследования по совершенствованию и оптимизации конструкции проточной части устройства, разработана и изготовлена установка для водорезания пищевых продуктов [2], которая изображена на рис. 1.

Работает установка для водорезания таким образом. Масло от гидравлического насоса 2, который работает от электродвигателя 1 поступает через распределитель масла 3 в цилиндр низкого давления 7 гидромultiпликатора двухстороннего действия 4 и вызывает обратнопоступательное движение плунжеров 5 и поршня 6. В результате этого рабочая жидкость, которая находится в одном из цилиндров высокого давления 8, поступает по трубопроводу сверхвысокого давления 9 через ресивер 10 в сопловую головку 11. В это время в другой цилиндр высокого давления 8 от насосной установки 12 по трубопроводу низкого давления 13 через фильтр очистки воды 14 поступает рабочая жидкость на заполнение пустоты гидромultiпликатора 4.

В момент реверса поршня гидромultiпликатора давление в его цилиндрах резко падает к нулю, а потом быстро восстанавливается до максимума. Несмотря на то, что падение давления происходит в десятые доли секунды, на этот промежуток времени истечение струи прекращается, перерывается и процесс резания материала. Для обеспечения продолжительного истечения беспрерывной струи воды постоянного давления в экспериментальную стендовую установку для водорезания твердых пищевых

продуктов встроен ресивер, объемом 1 литр. Ресивер представляет собой пустой толстостенный цилиндр определенного объема, где находится жидкость, которая сжата до рабочего давления.

В момент реверса поршней и падения давления жидкость расширяется и часть ее подается в сопловую головку для компенсации падения давления и обеспечения беспрерывного истечения струи воды. Перемещение поршней вправо и влево ограничено упорами.

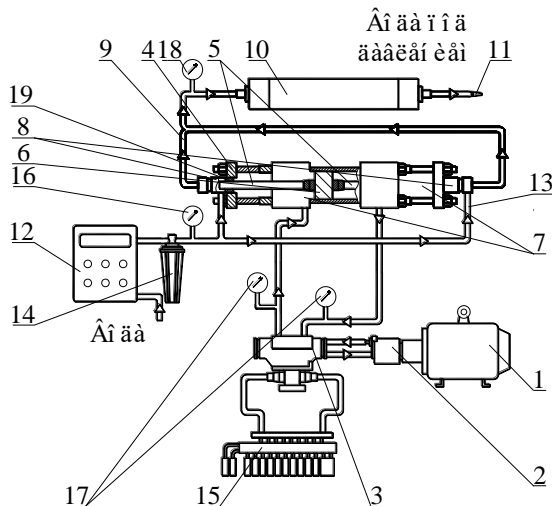


Рисунок 1 - Принципиальная схема установки для водорезания: 1 - электродвигатель; 2 - гидравлический насос; 3 - распределитель масла; 4 - гидромультипликатор двухстороннего действия; 5 - плунжеры; 6 - поршень; 7 - цилиндры низкого давления; 8 - цилиндры высокого давления; 9 - трубопровод сверхвысокого давления; 10 - ресивер; 11 - сопловая головка; 12 - насосная установка; 13 - трубопровод низкого давления; 14 - фильтр очистки воды; 15 - пульт электронного управления; 16, 17, 18 - манометры; 19 - уплотнение плунжера.

В результате этого в высоконапорных цилиндрах давление рабочей жидкости повышается до 500 МПа и при попадании в струеформирующее устройство с диаметром выходного отверстия $(0,1 \div 0,8) \cdot 10^{-3}$ м скорость струи воды на выходе из него возрастает до значения необходимого для осуществления процесса резания, а именно до 1200 м/сек. Управление устройством осуществляется с пульта электронного управления 15.

Для регистрации основных факторов, определяющих процесс резания пищевых продуктов высокоскоростной струей воды, экспериментальная стендовая установка была оборудована стрелочными манометрами 16, 17, 18. Контроль рабочего давления воды в трубопроводе низкого давления на выходе из фильтра, подаваемой от насосной установки, осуществляется с помощью манометра МН 1 типа МТП-160 класса 1,5 с диапазоном измерения от 0 до 25 МПа.

Величина давления масла создаваемого гидравлическим насосом контролировалась по манометрам МН 2 и МН 3 типа МКТ с диапазоном измерения от 0 до 40 МПа. Для контроля уровня давления в трубопроводе сверхвысокого давления использовался манометр МН 4 типа МТП класса 1 с диапазоном измерений от 0 до 600 МПа. Правильность тарировки манометра МН 4 проверялась сопоставлением показаний его работы с показаниями образцового манометра класса 1,5 с диапазоном измерений от 0 до 500 МПа. Сопоставление показаний производилось в начале, и после окончания каждой серии опытов. В рабочем диапазоне давлений для каждого из указанных манометров расхождение в показаниях не превышало 5 %.

М.А. Гапечкин, студ.

Научный руководитель

Н.А. Миронова, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ПРОЦЕСС СУШКИ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На предприятиях плодоовощной промышленности, несмотря на общую пищевую ценность плодов и овощей, при их переработке неизбежно образуются вторичные сырьевые ресурсы, которые зачастую не находят своего применения.

В связи с проведенным анализом особую значимость и актуальность приобретают исследования, направленные на научное обоснование сырьевых и технологических предпосылок вовлечения вторичных растительных ресурсов в хозяйственный оборот, получение на их основе дополнительных продуктов.

Вторичное сырье, которое образуется при переработки плодоовощной продукции можно сгруппировать по основным технологическим признакам для определения преимущественных направлений их дальнейшей переработки.

Таким образом, можно выделить следующие группы вторичного сырья переработки плодовой и овощной продукции:

1) очистки, выжимки (семена, косточки, семенные камеры, плодоножки, гребни и др.);

2) жидкие отходы (образуются в процессе измельчения, протираания, экстракции, бланшировки и предварительной варки сырья);

3) плоды, овощи и их части, продукты их переработки, пораженные микроорганизмами.

Среди отходов предприятий перерабатывающих растительное сырье, особая роль отводится плодовым косточкам, которые образуются при производстве компотов и варенья из косточковых плодов, разрезанных на половинки, а также при производстве джема, конфитюра, пюре, соков с мякотью и без мякоти [1-3].

Согласно своему анатомическому и структурному строению, химическому составу отдельная косточка представляет собой биокolloидную систему, состоящую из скорлупы, ядра и воздушного пространства между скорлупой и ядром [1-3].

Количество влаги в косточке ее между ядром и скорлупой распределяется зависимости от: погодных условий, степени зрелости и биологических особенностей самих косточек. Непосредственно, после извлечения из плода средняя влажность косточек колеблется в широких пределах от 65 до 25%.

Наиболее распространенным и эффективным способом сохранения полезных веществ, которые содержатся в косточках является сушка.

Исследованиями в области сушки плодовых косточек и их ядер посвящены труды ученых А.К. Олениковой, К.Х. Гафурова, А.К. Гаджиева.

Анализ работ показал, что вопросы по выбору рационального способа и соответствующих режимов сушки косточек, с учетом их структурных особенностей не решены полностью.

Нами были проведены лабораторные исследования процесса сушки целостных плодовых косточек при различных значениях плотности теплового потока инфракрасного излучения в диапазоне 400...1400 Вт/м², начальное влагосодержание косточек составило 32,2...28,7%, температура нагрева в середине ядра в процессе сушки составила 65...150°C. Экспериментальная установка, методика проведения исследований, а также полученные ранее результаты представлены в [3].

Анализ проведенных исследований, представленный на рис. 1 показал, что процесс сушки плодовых косточек целесообразно проводить при температуре нагрева в середине ядра не более 70°C, плотность теплового потока инфракрасного излучения при этом составляет 900 Вт/м², это объясняется тем, что при повышении температуры происходит окисление масла в ядре и потеря ценных веществ [3].

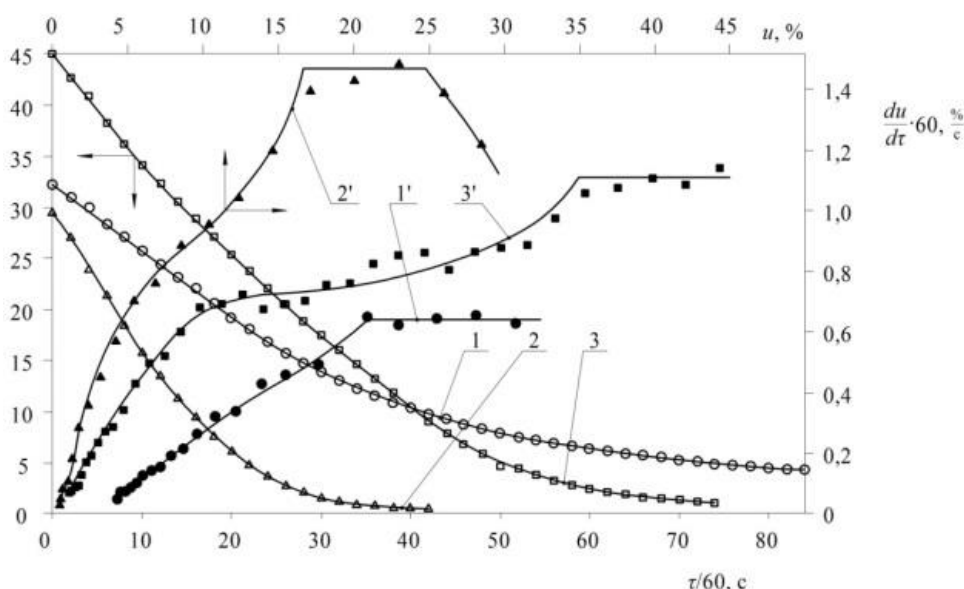


Рисунок 1 – Кривые сушки (1-3) и скорости сушки (1'-3') косточек плодов абрикоса, их скорлупы и ядер при плотности теплового потока инфракрасного излучения 900 Вт/м²:

1, 1' - косточки; 2, 2' - скорлупа; 3, 3' - ядра

С целью анализа режима тепловой обработки отдельно ядра и скорлупы косточек, нами проведены исследования, результаты которых представлены на рис. 3 в виде кривых сушки и скорости сушки при плотности теплового потока инфракрасного излучения 900 Вт/м².

Анализ полученных экспериментальных данных кинетики сушки плодовых косточек абрикоса показал, что главной тенденцией является значительное повышение интенсивности процесса при тепловой обработке ядер и скорлупы отдельно - для скорлупы процесс обработки до равновесного влагосодержания протекает в 2 раза быстрее, а для ядер - в 1,17, что вызвано

уменьшением размеров частиц продукта.

Интенсивность протекания процесса сушки ядер отдельно по сравнению с сушкой целой косточки обусловлена различным количеством влаги в этих составляющих косточки, разницей в их размерах, а также разницей в соотношении свободной и связанной влаги.

В связи с тем, что скорлупа косточек имеет начальное влагосодержание 29,6% и первое критическое влагосодержание 16,7%, то есть соотношение свободной и связанной влаги близко к 1. Для ядер начальное влагосодержание составляет 45%, а первое критическое - 34,8%, то есть связанной влаги в 3,4 раза больше, чем свободной.

Список литературы

1. Марчук Г.С. Рациональное использование отходы пищевой промышленности / Г.С. Марчук / Кишинев: Молд. НИИНТИ, 1979. – 57 с.
2. Хакимова З.А. Изучение физико-химических свойств масел из косточек абрикоса и персика местного происхождения и использование их в рецептуре косметических кремов/ З.А. Хакимова, Ф.К. Усмонова, А.Т. Рузибаев // *Universum: технические науки: электрон. научн. журн: Респ.Узбекистан.* – 2020. – № 8(77). – С. 37-45.
3. Сушка нетрадиционного пищевого и лекарственного сырья: монография / А.Н. Поперечный [и др.]. – Краматорск: Каштан, 2016. - 250 с.

Д.А. Стовпяга, студ.

Научный руководитель

Н.А. Миронова, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДИКОРАСТУЩЕГО СЫРЬЯ

Комплексная переработка сырья (особенно сельскохозяйственного), наиболее полное извлечение из него всех ценных компонентов, рациональное использование побочных продуктов и отходов производства являются важнейшими резервами увеличения выработки продукции и повышения эффективности производства в пищевой индустрии.

Проведены теоретические и экспериментальные исследования по комплексной переработке плодов кизила, одним из направлений которых является получение из косточек растительного масла и адсорбента активного угля.

Косточки кизила являются особо ценным сырьем для производства линолевой и линоленовой кислот - источники витамина F.

Для сравнения приведем данные по содержанию этих кислот в широко использованных маслах (в %):

- подсолнечное –29,8;

- кукурузное –57;
- оливковое –12.

Выработка активного угля из косточек кизила влажностью 9% осуществлялась при следующих режимах:

- температура карбонизации - 400°C;
- продолжительность карбонизации – 5 часов;
- температура активации (водяной пар) - 750°C;
- продолжительность активации - 1 час.

Выход составил 25% от исходного сырья, удельная поверхность адсорбента составила 140 м²/г.

Извлечение масла из высушенных в сушильном шкафу косточек, при температуре 105°C, осуществляли на экстракционном аппарате Сокслета. Продолжительность экстрагирования составила 15 часов.

После отгонки этилового спирта определяли состав жирных кислот в полученном косточковом масле плодов кизила методом ГЖХ. ГЖХ-хроматограммы записывали на хроматографе ALIGENT 6890 PLUS с пламенно - ионизационным детектором.

Использовались капиллярная колонка HP-5 (длина 30м, диаметр 0,32 мм, толщина неподвижной фазы 0,25 мкм). Ввод пробы осуществлялся в режиме с делением потока 1:200. Температура инжектора 270 °С, температура детектора 290° С, в качестве газо - носителя использовали гелий (поток 5 мл/мин).

Получен состав жирных кислот в масле из косточек кизила, который приведен таблице 1.

Таблица 1- Состав жирных кислот в масле из косточек кизила

№	Название кислоты	Содержание в косточках кизила
1	C16:0	8,18
2	C17:0	0,08
3	C18:0	2,14
4	C18:1	17,41
5	C18:2+C18:3	71,00
6	C20:0	0,19
7	C22:0	0,39
8	C24:0	0,21

Анализируя данные таблицы 1 можно сказать, что содержание жирных кислот линолевой и линоленовой (C18:2+C18:3) в масле плодов кизила намного превышает содержание других кислот.

Полученные продукты из косточек плодов кизила могут найти применение в производстве новых видов пищевых продуктов функционального назначения и, в частности, в лечебно-профилактическом детском питании.

Список литературы

1. Щербаков В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 304с.
2. Рудаков О.Б., Полянский К.К. Хроматографическая идентификация растительных масел // Хранение и переработка сельхозсырья, 2001. – № 8(77). – С. 37-45.
3. Тютюнников Б.Н. Химия жиров. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 168с.

Ю.А. Павлушенко, ст.преподаватель,

Д.В. Лунёв, студ. 1-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА КОНШИРОВАНИЯ ШОКОЛАДНЫХ МАСС

Во всех отраслях промышленности на основе применения прогрессивных способов и приемов стремятся улучшить структуру технологических процессов, сократить их продолжительность. Это актуально и для кондитерской промышленности, в частности, коншированию шоколадных масс.

Конширование – это продолжительное механическое и тепловое воздействие на шоколадные массы для производства десертных сортов шоколада. При этом в шоколадной массе происходят различные физико-химические процессы, в результате которых технологические, вкусовые и ароматические качества массы значительно улучшаются. Кроме механических и тепловых воздействий при коншировании подогретая шоколадная масса подвергается воздействию воздуха. Этот процесс благоприятно влияет на качество шоколадной массы, облагораживая ее вкус и аромат. При коншировании снижается влажность массы. В результате перемешивания при повышенной температуре часть влаги улетучивается. С уменьшением влажности существенно снижается вязкость массы, что является следствием интенсивного перемешивания ее. Вместе с вязкостью снижается прочность массы, и она становится более однородной. При коншировании также незначительно снижается дисперсность массы, содержание летучих кислот существенно уменьшается и происходит окисление дубильных веществ. Эти процессы способствуют значительному улучшению вкуса и аромата шоколадных масс, смягчается горький и терпкий вяжущий вкус их, и развивается тонкий ярко выраженный, приятный аромат, свойственный шоколаду.

Конширование шоколадных масс осуществляют в двух типах коншмашин: горизонтальных и ротационных.

Продолжительность обработки массы в горизонтальной коншмашине составляет 72 ч. Для шоколадных масс без добавок температура обработки

составляет 65...70° С, а шоколадных масс с добавками – 45...55° С.

При коншировании в массу вводят ароматические и вкусовые добавки. В четыре корыта высокопроизводительных машин одновременно загружается и обрабатывается до 2 т шоколадной массы. В последние годы горизонтальные коншмашины постепенно вытесняются ротационными. Такие машины выпускают различных конструкций. Обработка шоколадной массы производится в вертикально расположенной цилиндрической емкости, оборудованной водяной рубашкой. Основным рабочим органом является фигурная мешалка. Для некоторых конструкций мешалка состоит из вращающегося, открытого сверху и снизу конуса и наружных и внутренних лопастей. Конус и лопасти вращаются с различной частотой. Мешалка интенсивно перемешивает массу одновременно в вертикальной и горизонтальной плоскостях. При этом масса непрерывно перемещается внутри конуса снизу вверх, а снаружи сверху вниз. Поднимаясь, масса интенсивно разбрызгивается специальным устройством внутри конуса. При этом шоколадная масса контактирует с воздухом, который нагнетается вентилятором. Воздух предварительно подогревается в калорифере. Выгрузка массы производится снизу через разгрузочный патрубок. В ротационных коншмашинах подобного типа можно выполнять операцию, называемую «сухое конширование». При этом провальцованную массу подают в коншировальную машину и обрабатывают без введения какао-масла. Сыпучая масса через 3...6 ч. постепенно под воздействием тепла и интенсивного перемешивания переходит в пастообразное состояние. Шоколадную массу коншируют в сухом виде без введения какао масла до 40 ч. При такой обработке потеря влаги и летучих кислот происходит более интенсивно. За 1...2 ч. перед выгрузкой в массу вводят какао-масло, разжижитель и другие компоненты (ванилин, спирт, вина и т. и). При сухом коншировании снижается расход какао-масла без повышения вязкости шоколадной массы.

Из вышеизложенного видно, что классический метод конширования занимает продолжительное время, в тоже время попытка сократить время обработки массы часто приводит к ухудшению реологических характеристик готового продукта и недоработке его вкусоароматических свойств.

Для решения проблемы длительного процесса конширования без ухудшения его реологических характеристик необходимо изменить систему смешивания, уделяя особое внимание процессам, происходящим в шоколадной массе.

Этому способствует использование специальных коншировальных машин с высокосдвиговой системой. Специальные лопатки осуществляют смешивание продукта в многомерном пространстве и контролируют скорость сдвига внутри массы на всех этапах процесса. Эффективное смешивание и сдвигающее действие, вызванное лопатками и скребками, способствуют высвобождению жиров и разрушению агломератов еще на ранней стадии процесса, уже при загрузке. Конструкция таких коншмашин дает возможность для рассеивания усилия сдвига и отсутствия мертвых зон. Кроме того, конструкция конша позволяет лопаткам проходить практически вплотную (на

расстоянии 1-2 мм) от внутренней поверхности машины, что обеспечивает передачу и распределение тепла в продукте. Контроль температуры очень важен для конширования, особенно при большой силе сдвига. Должен быть достигнут баланс между прилагаемой и удаляемой энергией, в противном случае либо возникает риск перегрева и, соответственно, порчи продукта, либо система будет работать неэффективно.

Для того чтобы избежать формирования нежелательных агломератов на ранних стадиях конширования (рафинирования массы, сухого конширования), температура продукта не должна превышать 55°C, масса должна быть по возможности высушена и обеспечен высокий сдвиг.

Ю.А. Павлушенко, ст. преподаватель,

П.Н. Шапошник, студ. 1-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАЛЛЕТ ДЛЯ ТЕМПЕРИРОВАНИЯ ШОКОЛАДА

Темперирование шоколада – это процесс нагрева/охлаждения шоколадной массы до определенных температур. Благодаря этому масло какао затвердевает в определенной кристаллической структуре, которая сохраняет блеск и текстуру в течение длительного времени. Это нужно для того, чтобы:

- избежать появления жирового (и сахарного) налета, который проявляет себя непривлекательными белыми полосами или пятнами на поверхности шоколадных изделий;

- повысить температуру плавления готового шоколада, чтобы он не таял при контакте с пальцами;

- быстро охладить шоколад. Темперированный шоколад остывает в течение 5 минут;

- слегка уменьшить шоколадное изделие в размерах при охлаждении, что позволит его извлечь из формы;

- придать шоколаду глянец, блестящий вид.

Качественный шоколад, хранящийся при комнатной температуре, должен ломаться, а не крошиться, иметь глянец и твердую текстуру.

Этапы кристаллизации.

Первый этап: нагревание шоколада выше температуры плавления всех кристаллов. В некоторых научных статьях говорится, что нельзя нагревать шоколад свыше 48 °С, чтобы не допустить сжигания твердых веществ какао, или не дать ему разделиться на твердые вещества и жир. Но кривые плавления шоколада в технической литературе показывают, что большинство жиров в какао-масле не плавятся при температуре до 50 °С. Какао-бобы, собранные в различных районах Земли, по-разному реагируют на одну и ту же температуру. Так, масло какао из бобов, выращенных в районе экватора, будет твердым, в то время как масло какао из бобов, выращенных в Бразилии в холодном климате,

будет очень мягким.

Второй этап: быстрое охлаждение до 27 °С для темного шоколада (26 °С для молочного и белого шоколада).

Третий этап: небольшое нагревание, сначала до 30 °С для темного (28 °С для молочного и белого шоколада) с небольшой остановкой в течение нескольких минут, чтобы кристаллы продолжали формироваться, а затем окончательный нагрев до 32 °С для темного и 31 °С для молочного и белого сортов. Это окончательное повышение температуры расплавит нежелательные кристаллы, которые были сформированы.

Способы темперирования.

Первым, самым простым, но и наиболее дорогим способом является использование специального темперующего аппарата. Он нагревает шоколад очень медленно, и охлаждает его одинаково медленно.

Второй способ – темперирование с помощью каллет.

Темперирование можно провести очень просто, если добавить ранее кристаллизованный шоколад к растопленному шоколаду. Для этого можно воспользоваться шоколадом в виде каллет (шоколадных таблеток). Каллеты ранее были темперированы и содержат масло какао в кристаллической форме.

Для этого необходимо растопить шоколад до температуры плавления масла какао, которая зависит от вида шоколада. После чего добавить в теплый шоколад 15-20% каллет, имеющих температуру 15-20 °С (для образования центров кристаллизации масла какао) и перемешивать шоколад до тех пор, пока каллеты не растворятся. Окончательным этапом будет разливка шоколадной массы в формы, охлаждение и выборка шоколада из форм. В итоге готовый продукт будет приятен как на вид, так и на вкус.

О.Е. Кириченко, ассистент,

И.П. Баштовой, студ. 1-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ОЗОНИРОВАНИЕ ВОДЫ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Еще в 1785 г. голландский физик Мартин ван Марум обнаружил, что кислород под действием электрических искр приобретает особый запах «грозы» и новые химические свойства. Озон – это особая форма существования кислорода, его аллотропная модификация. В переводе с греческого слово озон «ozein» означает «пахучий».

Озон – это газ голубого цвета с характерным запахом, очень сильный окислитель. Молекулярная формула озона O_3 . Он тяжелее кислорода и воздуха. Озон обеспечивает сохранение жизни на Земле, так как озоновый слой задерживает наиболее губительную для живых организмов и растений часть УФ радиации Солнца с длиной волны менее 300 нм, наряду с CO_2 поглощает инфракрасное излучение Земли, препятствуя ее охлаждению. Содержание и перемещение озона в атмосфере влияет на метеорологическую обстановку.

Схема образования озона такова: под действием электрического разряда часть молекул кислорода O_2 распадается на атомы, затем атомарный кислород соединяется с молекулярным и образуется озон O_3 . В природе озон образуется в стратосфере под действием ультрафиолетового излучения Солнца, а также – при электрических разрядах в атмосфере.

Особая роль отводится озону в пищевой промышленности. Являясь сильно дезинфицирующим и химически безопасным средством, он используется для предотвращения биологического роста нежелательных организмов в продуктах питания и на технологическом пищевом оборудовании. Озон обладает свойством убивать микроорганизмы, не создавая новых вредных химических веществ.

Озон способствует длительному сохранению качества мяса, рыбы, яиц, сыров. В процессе озонирования уничтожаются микробы и бактерии, вредные химические вещества, вирусы, плесень, а также значительно снижается содержание нитратов в овощах и фруктах.

Преимущество озона перед другими дезинфектантами заключается в присущих ему дезинфицирующих и окислительных свойствах, обусловленных выделением при контакте с органическими объектами активного атомарного кислорода, разрушающего ферментные системы микробных клеток и окисляющего некоторые соединения, которые придают воде неприятный запах (например, гуминовые основания). Кроме способности уничтожения бактерий, озон обладает высокой эффективностью в уничтожении спор, цист и многих других патогенных микробов. Озон является очень сильным окислителем, разрушает ферменты бактерий до 20 раз быстрее хлора, а также эффективно уничтожает вирусы.

Количество озона, необходимое для обеззараживания воды, зависит от степени ее загрязнения и составляет 1...6 мг/л при контакте в 8...15 мин.

С точки зрения экологической безопасности и глубины воздействия озон не имеет себе равных, так как:

- при озонировании в воду не вносится ничего постороннего, минеральный состав и pH остаются без изменения;
- избыток озона через несколько минут превращается в кислород и не ухудшает органолептических свойств;
- озон разрушает органические вещества, способствующие развитию микроорганизмов;
- при озонировании пестицидов происходит дезодорация с одновременным глубоким разрушением исходных соединений;
- правильно подобранные дозы озона позволяют удалить из воды фенолы, нефтепродукты, поверхностно-активные вещества, сернистые соединения, сероводород;
- озон эффективно окисляет соединения металлов, в т. ч. железо, марганец, алюминий и др. Время окисления озона в несколько раз меньше, чем кислородом или воздухом.

Насыщение озоном предварительно очищенной и подготовленной продуктовой воды непосредственно перед входом в разливную машину

(финишное озонирование) на относительно короткое время предоставляет воде дезинфицирующие свойства. В результате озон не только уничтожает бактерии в воде, но и стерилизует внутреннюю поверхность тары, крышки и воздушный зазор между крышкой и тарой, а также трубопроводы линии разлива. После закупоривания проходит несколько часов, на протяжении которых озон полностью превращается в кислород. После этого продукт готовый к реализации и остается стерильным к началу его потребления.

Кроме того, все оборудование, которое контактирует с озонированной водой, – трубопроводы, емкости, разливная машина – подвергается дезинфекции непрерывно на протяжении всего цикла разлива и с точки зрения микробиологии находится в идеально чистом состоянии.

Таким образом, применение озона на заключительной стадии процесса, а именно при расфасовке уже подготовленной (очищенной и предварительно обеззараженной) воды позволяет решить следующие задачи:

- подавление вторичного микробиологического загрязнения воды в результате попадания в продуктовую воду частичек из воздуха рабочей зоны, со стенок тары и оборудования, которые сталкиваются с продуктовой водой;
- дополнительная дезинфекция тары, подготовленной к разливу, ополаскиванием озонированной водой.

Очищение воды с использованием озона может с успехом применяться не только для бутилированной воды, но также для лимонадов, напитков типа пепси-колы и в производстве пива.

О.Е. Кириченко, ассистент,

Б.В. Криволап, студ. 1-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АДСОРБЕНТОВ

В настоящее время в промышленности ощущается острый дефицит активированных углей, хотя потребность в нем только по Донбассу примерно 50 т/год. Нетрадиционным сырьем, которое еще не нашло применения в промышленности, могут быть косточки различных плодовых деревьев (абрикос, персик, слива, вишня и др.), которые в настоящее время выбрасываются в отходы.

Разработан способ комплексного использования отходов переработки фруктов – утилизация фруктовых косточек абрикос, персиков, слив, вишен, скорлупы орехов для получения высококачественных адсорбентов, используемых в медицине и промышленности, и ядер абрикосовых косточек для получения ценного сырья для пищевой и парфюмерной промышленности – абрикосового масла.

Для переработки использовали скорлупу абрикос фракции 1...3 мм. Доля массы скорлупы 63-64 %, ядра – 36-37 %. Данные технического анализа, %:

$W_a = 6,4$; $A_d = 0,2$; $V_{daf} = 80,6$. Элементный анализ, % daf: C = 55,3; H = 6,8; N = 1,4; O = 36,2; S = 0,3. Изучено влияние температуры (250-900 °C), времени (2...4 часа) и вида активаторов (углекислый газ, водяной пар) на процесс формирования пористой структуры активных углей. Найдены оптимальные параметры карбонизации и активации водяным паром, при которых наблюдается наибольший выход продукта (до 25-30 %) и одновременно формируется развитая микропористая структура (удельная поверхность СБЭТ до 900 м²/г. Новый адсорбент по ряду физико-химических характеристик и сорбционной способности находится на уровне промышленных образцов (СБЭТ активных углей АУА-К и АУА-М 600-700 м²/г, СБЭТ карболена медицинского 357 м²/г, СБЭТ гемосорбента сферического 507 м²/г). (Табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика активированного угля, полученного из абрикосовых косточек.

Размер частиц	0 - 0,5 мм
Суммарный объем пор	1,8 - 20 см ³ /г
Удельная поверхность при температурах активирования 650 – 750 °C	450 - 900 м ² /г
Кажущаяся плотность	0,34 г/см ³
Адсорбционная активность по метиленовому голубому	24,7 - 110,0 мг/г
Содержание золы	2 - 3 %
Механическая прочность	78,9 %
Содержание углерода	93 - 95 %
Содержание водорода	1,3 - 2,0 %
Содержание кислорода	0,3 - 0,7 %
Содержание азота	0,3 - 0,7 %
Содержание серы	0,15 - 0,3 %
Содержание тяжелых металлов и редкоземельных элементов	На уровне фона

Установлено, что обработка исходного материала недорогими и недефицитными химическими реагентами приводит к улучшению пористой структуры (СБЭТ увеличивается с 900 до 1600 м²/г) и снижению температуры активации (с 750 до 700 °C).

Из полезных компонентов косточек можно особо выделить амигдалин.

Амигдалин – это гликозид, содержащийся в семенах горького миндаля, косточек персика, абрикос, слив, вишен и других растений. Количество амигдалин, содержащегося в косточках абрикоса около 2% .

Образующиеся при гидролизе амигдалина CN-ионы обратимо тормозят тканевое дыхание и тем самым понижают уровень обменных процессов – это ценное свойство для профилактики и лечения поражений радиацией. Связано это с тем, что в механизме повреждающего действия ионизирующих излучений

на клеточные структуры ведущую роль играют продукты радиолиза воды (H_2O_2 , HO_2 , O , OH и др.), которые окисляют многие макромолекулы, в том числе ферменты тканевого дыхания. Цианиды, обратимо блокируя эти ферменты, защищают их от действия биологически активных веществ, образующихся под влиянием радиации. Иными словами, комплекс «цианид – фермент» становится относительно устойчивым к облучению. После лучевого воздействия он диссоциирует вследствие понижения концентрации CN-ионов в биофазе из-за обезвреживания их в крови и выделения из организма. В этом отношении амигдалин получил наибольшее распространение как цианидное радиозащитное средство.

Из вышеизложенного следует, что оболочки плодовых косточек являются перспективным сырьем для получения активированного угля.

О.Е. Кириченко, ассистент,

А.С. Паленко, студ. 1-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

СНИЖЕНИЕ СКОРОСТИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ МЕДА

Процесс образования и роста кристаллов называется кристаллизацией. Кристаллизация меда является естественным физическим феноменом, начинающемся в любом меде рано или поздно. При этом не происходит никаких химических изменений кристаллизующегося вещества. Основным условием кристаллизации меда является перенасыщенность раствора. Он не стабилен и постепенно переходит в стабильное, насыщенное состояние за счет кристаллизации избыточного сахара, особенно глюкозы. С кристаллизацией снижается уровень насыщенности раствора. Если раствор перестает быть перенасыщенным, то процесс кристаллизации прекращается. Факторами, оказывающими значительное влияние на процесс кристаллизации, являются: сахарный спектр меда, содержание воды, температура и продолжительность хранения, наличие зародышей кристаллов и различные мероприятия по обработке меда.

Сахарный спектр зрелого меда представлен в основном глюкозой и фруктозой. Цветочные меды содержат около 70-80%, падевые меды примерно 50-65% редуцирующих сахаридов. Эти оба моносахарида частично происходят из исходных веществ или образуются из содержащейся в них сахарозы под воздействием выделяемых пчелами ферментов. В меде оба эти сахара содержатся в различных соотношениях. Чаще всего преобладает фруктоза, количество которой составляет 34...41%, в то время как содержание глюкозы колеблется от 28 до 35%. Новые методы анализа сахара показали, что сахарный спектр меда очень широк. Однако кристаллизация меда в значительной степени определяется количественным соотношением фруктозы и глюкозы.

Соотношение фруктозы и глюкозы является одним из параметров, позволяющих заранее оценить интенсивность кристаллизации меда. Меды с

высоким содержанием фруктозы кристаллизуются очень медленно, а кристаллизовавшись, склонны к размягчению и расслаиванию. Кристаллы глюкозы при этом опускаются вниз, а сверху собирается темная, богатая фруктозой жидкость. Такие мёды нелегко сбыть, поскольку они выглядят как испорченный продукт. Скорость роста кристаллов можно даже выразить математической формулой.

На ход кристаллизации мёда оказывает значительное влияние не только соотношение фруктозы к глюкозе, но и соотношение «чистой» глюкозы к воде. Если это соотношение больше чем 2:1, то, безусловно, следует рассчитывать на кристаллизацию. При соотношении меньше 1,7 мёд с большой долей вероятности останется жидким. Мёды с содержанием воды от 15 до 18% проявляют выраженную тенденцию к кристаллизации, в то время как мёды с содержанием воды выше 18% кристаллизуются менее интенсивно вследствие понижения концентрации сахара. Менее интенсивно кристаллизуются также мёды с пониженным содержанием воды, которые остаются жидкими дольше в результате своей высокой вязкости. Мелкозернистую, мягкую и пластичную консистенцию при кристаллизации приобретают, как правило, мёды с содержанием воды от 17 до 18%. Мёды с очень низким содержанием воды в кристаллическом состоянии часто бывают твердыми «как камень». Мёды с более высоким содержанием воды остаются более мягкими. За счёт смешивания мёдов с разным содержанием воды можно получить оптимальное значение влажности и добиться хорошей консистенции.

На кристаллизацию мёда большое влияние оказывает также температура. Низкая температура хранения замедляет процесс кристаллизации, так как за счёт повышенной вязкости мёда снижается скорость молекулярной диффузии. При повышенной температуре мёд кристаллизуется с образованием крупных кристаллов. Если мёд хранить при температуре ниже $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$, то он затвердевает не замерзая. Причиной тому является высокая концентрация сахара, значительно снижающая точку замерзания. Кристаллизация тоже прекращается, поскольку в результате ограниченного движения молекул прекращается образование зародышевых кристаллов. Этот эффект можно наблюдать уже при хранении мёда при температуре $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже. При низких температурах образование кристаллов в мёде почти не происходит. Мёды, в которые вносились стартерные зародышевые кристаллы, оставались при $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ жидкими на протяжении двух лет. Оптимальной в отношении кристаллизации мёда является температура хранения от 10 до $18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Чтобы избежать снижения качества мёда, лучше придерживаться нижней границы. По Дайсу мёды быстрее всего кристаллизуются при постоянной температуре $14\text{ }^{\circ}\text{C}$. Если мёд хранится при температуре выше $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, то кристаллизация замедляется, поскольку с увеличением температуры снижается степень насыщенности мёда глюкозой. При температуре хранения выше $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ начало кристаллизации задерживается на месяцы. Мёд можно сохранять в жидком состоянии на протяжении длительного времени, если сначала выдержать его не менее 5 недель при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, а затем хранить при $14\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Продолжительность хранения также оказывает влияние на ход процесса

кристаллизации меда. Постепенное уменьшение количества глюкозы, происходящее в процессе «дозревания» меда, усиливается с ростом температуры, в результате чего соотношение глюкоза-фруктоза меняется в пользу фруктозы, что препятствует кристаллизации. Кристаллизация меда начинается с образования так называемых зародышевых кристаллов. Под этим названием понимают микроскопические частицы, такие как кристаллы глюкозы и пыльцевые зерна, к которым прикрепляются все новые кристаллы. Эти «первичные кристаллы» образуются, прежде всего, у стенок и на дне емкости и «растут», присоединяя к себе новые кристаллы сахара, в результате чего образуются все более крупные структуры, которые объединяются между собой.

Таким образом, повлиять на ход их кристаллизации так, чтобы мед стал пластичным и мелкозернистым можно двумя способами:

- механическое измельчение кристаллов и их равномерное распределение по всей массе меда;
- внесение в жидкий мед примерно 5-10% мелкозернистого «стартового меда».

В.Ю. Овсянников, д.т.н., профессор,

П.Е. Ковалева, студ. 1-го курса

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПРОЦЕССОВ ОХЛАЖДЕНИЯ И ЗАМОРАЖИВАНИЯ В ПИЩЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Процесс охлаждения пищевых продуктов условно рассматривается как отвод теплоты от тела, в котором отсутствуют внутренние источники теплоты. В этом случае количество теплоты, отводимой от продукта при охлаждении Q , кДж, представляется как произведение массы продукта G , кг, на его удельную теплоемкость c_0 , кДж/(кг·К) и на разность начальной t_1 и конечной t_2 , °С среднеобъемных температур

$$Q = Gc_0(t_1 - t_2). \quad (1)$$

На практике используют специальные таблицы или диаграммы энтальпий пищевых продуктов и определяют отводимую теплоту как произведение массы продукта на разность начальной i_1 и конечной i_2 , кДж/кг, удельных энтальпий

$$Q = G(i_1 - i_2). \quad (2)$$

При охлаждении мяса, птицы, молока, рыбы, плодов и овощей в них протекают биохимические экзотермические процессы. Внутренние тепловыделения q , кДж/кг, могут составлять до 10 % для животных и до 30 % для растительных продуктов от общего количества отводимой при охлаждении теплоты.

Влияние испарения и конденсации на теплоту охлаждения учитывают, когда капельно-жидкая влага испаряется с поверхности продукта в воздух при

удельной теплоте испарения r_u , кДж/кг, а пары из воздуха конденсируются на поверхности охлаждающих приборов при удельной теплоте конденсации r_k , кДж/кг, причем $r_u > r_k$. Тепловой эффект этого явления наиболее значителен, если конденсирующаяся влага замерзает, образуя так называемую «снеговую шубу». Если, охлаждаясь, испаряется G_u , кг, влаги, то относительная потеря влаги продуктом (усушка) составляет $g = G_u / G$. Тогда за счет разницы теплот конденсации и испарения охлаждающее оборудование должно будет воспринимать теплоту, которая не была отведена от продукта:

$$Q = Gg(r_k - r_u). \quad (3)$$

Учитывая внутренние тепловыделения продукта и тепловой эффект испарения – конденсации при охлаждении продуктов, общее количество теплоты Q , кДж, отводимое при охлаждении продуктов в воздух, определяется как

$$Q = G[c_0(t_1 - t_2) + q + g(r_k - r_u)]. \quad (4)$$

Теплота, отводимая от продукта при его замораживании, представляет собой расход холода на замораживание. Обычно в морозильное устройство помещается продукт, начальная температура t_1 которого выше, а конечная t_2 ниже криоскопической $t_{кр}$ в любой его точке. Этот интервал изменения температуры продукта включает в себя охлаждение его от начальной температуры до криоскопической и собственно замораживание, характеризующееся льдообразованием.

Охлаждение и льдообразование не разделяются во времени. Когда в периферийных слоях продукта уже началось льдообразование, центральные слои еще продолжают охлаждаться.

Теплота, отводимая от замораживаемого продукта, равна

$$Q = G[c_l(t_1 - t_{кр}) + r_l W\omega + c_3(t_{кр} - t_2)], \quad (5)$$

где c_l – удельная теплоемкость продукта до льдообразования, кДж/(кг·К); r_l – удельная теплота льдообразования, кДж/кг; W – относительное содержание влаги в продукте, кг/кг; ω – удельная масса вымороженной воды, кг/кг; c_3 – удельная теплоемкость замороженного продукта, кДж/(кг·К).

Криоскопическую температуру (начала замерзания пищевого продукта) на основании уравнения Рауля для разбавленных растворов можно записать в виде

$$t_{кр} = Km_t = KG_p / (G_e / \mu), \quad (6)$$

где K – криоскопическая константа растворителя; m_t – молярная концентрация раствора в исходном продукте до замораживания; G_p – масса растворенных веществ, кг; G_e – общая масса воды в продукте, кг; μ – средняя молекулярная масса растворенных веществ.

При температуре ниже $t_{кр}$ вода вымораживается, вследствие чего концентрацию раствора m и температуру замерзания t_3 можно представить в виде

$$t_3 = Km = KG_p / [(G_e - G_n) \mu], \quad (7)$$

где G_n – масса льда при данной температуре, кг.

Масса вымороженной воды равна

$$\omega = 1 - (t_{кр} / t_3). \quad (8)$$

При $t_3 = t_{кр}$ масса вымороженной воды равна $\omega = 0$, а при эвтектической температуре $t_э$, когда вся вода вымораживается, соответственно $\omega = 1$.

А.И. Голиков, аспирант 3-го курса,

А.А. Мезенов, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЗЕРНОВКИ ПО ГОРИЗОНТАЛЬНОМУ ШНЕКУ В ПНЕВМАТИЧЕСКОМ СЕПАРАТОРЕ МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ

Актуальной задачей в теории и практики приготовления комбикормов является повышение эффективности очистки зерна от минеральных, металломагнитных и легких примесей. В настоящее время практически во всех технических отраслях используется энергия жидкостных или газовых потоков, когда жидкости и газы служат рабочим телом. И во многом от расчетов движения жидкости (газа) по трубам в различных аппаратах зависит их (аппаратов) работоспособность.

Для изучения характера движения зерновки, определения аэродинамических характеристик и оптимизации процесса очистки зерна был разработан экспериментальный образец пневмосепаратора, общий вид которого представлен на рисунке 1.

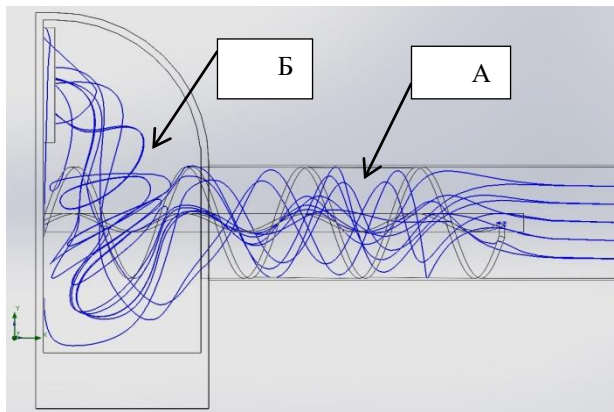


Рисунок 1 – Модель пневмосепаратора в программном продукте SolidWorks2020: А – 1 участок, Б – 2 участок

Использована программа «SolidWorks» и приняты следующие параметры: длина шнека 0,22 метра с учетом длины патрубка (0,062 метра); диаметр 0,06 метра. Поставлены граничные условия: на входном патрубке $V_{в}$ – скорость воздуха 20 м/с; на выходном патрубке установлено $p_{атм}$ – атмосферное давление 10^5 Па. Вектор силы тяжести направлен по оси Z вниз. Размер зерна принят как идеальная сфера диаметром 1 см, минеральная примесь диаметр 3 см. При построении графиков ось X была определена программой как «Предельное время траекторий».

Построены графики изменений скорости движения зерновки на 2 участках пневмосепаратора при количестве витков шнека равных 3, 4, 6.

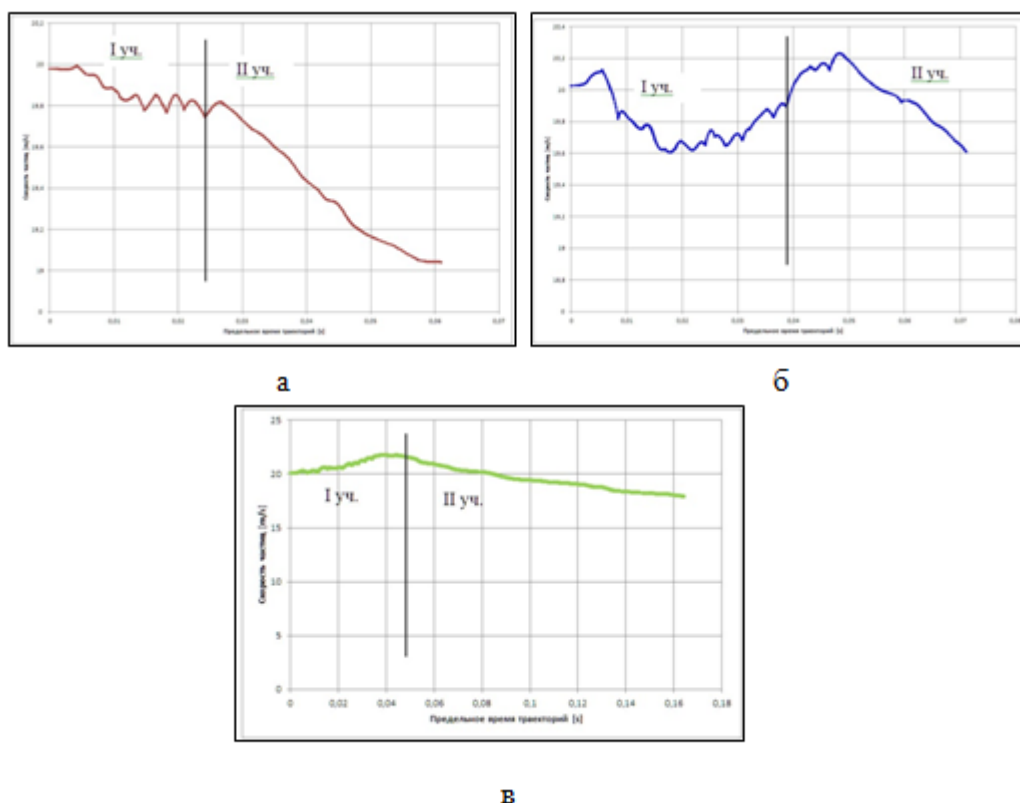


Рисунок 2 (а, б, в) – а) график изменения скорости движения зерна при 3 витках; б) график изменения скорости движения зерна при 4 витках; в) график изменения скорости движения зерна при 6 витках

Как видно из рисунка 2а, скорость частицы значительно изменяется в период полета по траектории движения. При движении частицы по I участку, скорость частицы возрастает до 20 м/с, а дальше при движении по винтовой поверхности скорость падает до 19,6 м/с. Но при попадании на II участок частица разгоняется до 19,8 м/с и выводится через выходной патрубок.

Проанализировав график 2б видно, что скорость частицы значительно изменяется в период полета по траектории движения. При движении частицы по I участку, скорость частицы возрастает до 20,16 м/с, а дальше при движении по винтовой поверхности скорость падает до 19,6 м/с. Но при попадании на II участок частица разгоняется до 20,22 м/с и выводится через выходной патрубок.

На основе графика 2в можно сделать вывод, что скорость частицы значительно изменяется в период полета по траектории движения. При движении частицы по I участку, скорость частицы возрастает до 21 м/с, а дальше при движении по винтовой поверхности скорость повышается до 22,5 м/с. Но при попадании на II участок частица разгоняется до 24 м/с и выводится через выходной патрубок.

Исходя из проведенного исследования зависимости изменения скорости движения зерновки по горизонтальному винтовому рабочему органу от количества витков шнека, можно сделать вывод, что при увеличении количества витков шнека от 3 до 6 скорость движения зерна повысилась с 20,1 до 23,3 м/с.

А.А. Голикова, аспирант 3-го курса

А.А. Мезенов, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ГРАНУЛЫ ПО ВИНТОВОМУ РАБОЧЕМУ ОРГАНУ В КОЛОННЕ ОХЛАЖДЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ КОРМОВ

Повышение эффективности сушки и охлаждения гранулированных комбикормов с использованием воздуха является актуальной задачей в теории и практике комбикормовой промышленности. В последнее время всё большее внимание в этой области уделяется нетрадиционным методам и средствам сушки и охлаждения гранул. К ним можно отнести использование инфракрасного излучения, взаимного теплообмена, создание центробежной силы с использованием воздуха для усиления эффекта сушки и охлаждения и ряд других способов.

Для изучения характера движения гранулы, определения аэродинамических характеристик и оптимизации процесса очистки зерна был разработан экспериментальный образец колонны охлаждения, общий вид которого представлен на рисунке 1.

Для изучения движения гранулы в пневматической колонне охлаждения с винтовым рабочим органом использована программа «SolidWorks» и смоделирована колонна охлаждения, представляющая из себя шнек диаметром 297 мм в вертикальном цилиндрическом корпусе, входящий и выходящий патрубки. Поставлены граничные условия: на входном патрубке $V_{в}$ – скорость воздуха 20 м/с; на выходном патрубке установлено $p_{атм}$ – атмосферное давление 10^5 Па. Вектор силы тяжести направлен по оси Z вниз. Размер гранулы принят как идеальная сфера размером 5 см. При построении графиков ось X была определена программой как «Предельное время траекторий».

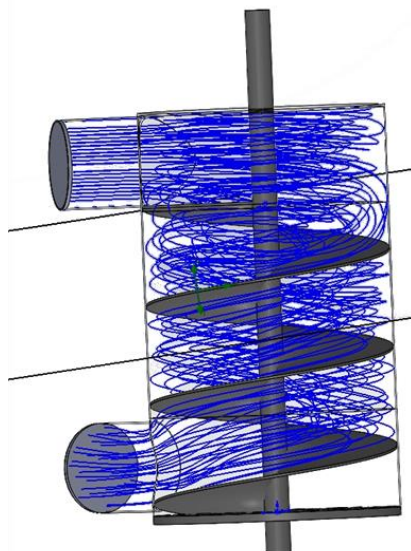
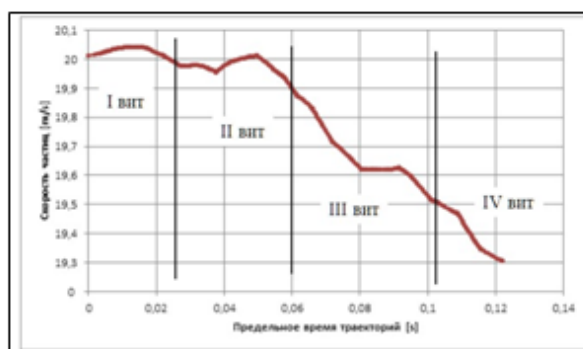
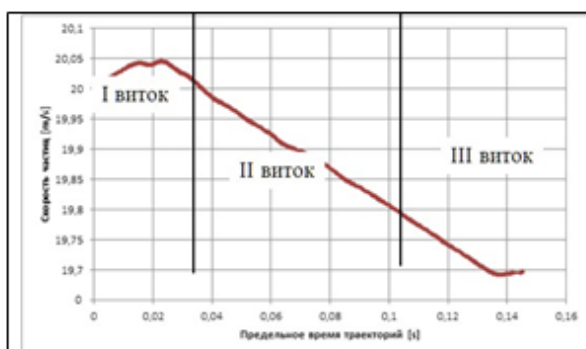


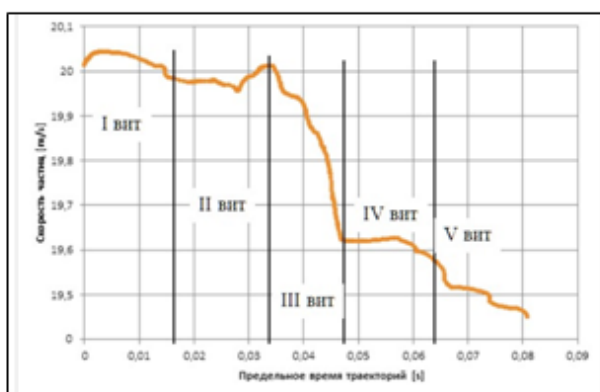
Рисунок 1 – Колонна охлаждения гранул

Построены графики изменений скорости движения гранулы на каждом из витков шнека при количестве витков шнека равных 3, 4, 5.



а

б



в

Рисунок 2 (а, б, в) – График изменения скорости гранулы в камере

На рисунке 2а отображено изменение скорости гранулы. При попадании гранулы в камеру охлаждения, она получает ускорение до 20,05 м/с – I виток. Причиной этому является угол наклона пера шнека. На II витке скорость падает с 20 м/с до 19,8 м/с. Далее при движении по III витку скорость гранулы падает

до 19,68 м/с и гранула выводится по выходному патрубку.

На рисунке 2б отображено изменение скорости гранулы. При попадании гранулы в камеру охлаждения, она получает ускорение до 20,05 м/с – I виток. Причиной этому является угол наклона пера шнека. На II витке скорость падает с 20 м/с до 19,9 м/с. Далее при движении по III витку скорость гранулы падает до 19,5 м/с. На IV витке скорость падает до 19,3 м/с и гранула выводится по выходному патрубку.

На рисунке 2в отображено изменение скорости гранулы. При попадании гранулы в камеру охлаждения, она получает ускорение до 20,04 м/с – I виток. На II витке скорость падает с 20 м/с до 19,98 м/с. Далее при движении по III витку скорость гранулы падает до 19,6 м/с. На IV витке скорость падает до 19,58 м/с. На V витке скорость падает до 19,47 м/с и гранула выводится по выходному патрубку.

На основе полученных теоретических данных можно сделать вывод, что присутствует закономерность изменения скорости движения гранулы от количества витков шнека. Скорость движения гранулы на выходном патрубке колонны охлаждения снижается с 19,68 до 19,45 м/с при 3 и 5 витках.

А.В. Дранников, д.т.н., профессор,

А.Р. Бубнов, студ. 3-го курса аспирантуры

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

ОБОСНОВАНИЕ И СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СУХОЙ СВЕКЛОВИЧНОЙ СТРУЖКИ С ДОБАВЛЕНИЕМ МУЧНЫХ ОТРУБЕЙ

При производстве сахара из сахарной свеклы образуются побочные продукты, которые можно использовать в качестве корма для животных в сельском хозяйстве. Одним из таких продуктов является свекловичный жом. Он содержит около 6,5-7% сухих веществ и имеет хороший питательный состав, включая целлюлозу, пектиновые вещества, белок, сахар, минеральные вещества и витамины.

Стружка кормовой сахарной свеклы может стать заменой свекловичному жому, так как она не проходит через процесс диффузии и прессования и сохраняет свои полезные свойства.

Стружка сахарной свеклы содержит около 75% воды и 25% сухих веществ, из которых около 17,5% приходится на сахарозу и 7,5% на нерастворимые и растворимые несахара. К нерастворимым несахарам относятся клетчатка, целлюлоза, пектиновые вещества и белки изоляты. Растворимые несахара включают фруктозу, глюкозу и другие безазотистые вещества, азотистые вещества и золу.

Высушенная стружка сахарной свеклы может быть идеальным видом корма для крупного рогатого скота (КРС), так как она имеет меньшую стоимость по сравнению с комбикормами и не уступает им в своей питательной

ценности.

Производство сухой свекловичной стружки может происходить следующим способом измельченная свекловичная стружка смешивается с мучными отрубями в пропорциях на 2-3 части свекловичной стружки к одной части отрубей.

Полученная в результате интенсивного смешивания смесь отстаивается в течении 5-7 минут для адсорбции влаги из свекловичной стружки в мучные отруби.

Затем смесь отправляется в барабанную сушилку с канальными насадками, где теплоносителем является воздух подогретый до 403-413 К, с расходом в промежутке 0,312 - 0,437 м³/с, причем степень заполнения сушильного барабана составляет 30-35 %, а частота вращения 1-2 об/мин.

Сушка происходит до содержание 10-13 % влаги в конечном продукте. При сушке часть отрубей из-за интенсивного потока воздуха выводится из сушилки, поэтому они направляются на очистку и снова на смешивание, а высушенная свекловичная стружка передается на охлаждение.

Такой способ сушки позволяет получить качественный высушенный продукт с повышенной питательной ценностью и транспортабельностью, увеличивает срок хранения конечного продукта.

М.А. Кураш, ассистент,

Д.С. Костин, студ. 3-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ХЛЕБА И ИХ ЗНАЧЕНИЕ

Среди продуктов из пшеницы самым распространенным в употреблении в пищу является хлеб, который считается основным продуктом питания во всем мире. Несмотря на то, что существуют разные виды хлеба, белый хлеб является наиболее потребляемым видом хлеба из-за его привлекательных сенсорных характеристик. Его основными ингредиентами является рафинированная мука из твердой пшеницы с низким содержанием белка, клетчатки, витаминов, минералов, жирных кислот и незаменимых аминокислот, особенно треонина, триптофана и лизина, поэтому ее называют питательно несбалансированным продуктом питания [1]. Стоит отметить, что белый хлеб считается хорошим носителем функциональных ингредиентов, что способствует применять его для обогащения пищевых продуктов.

Пищевая ценность хлеба — комплекс свойств хлеба, обеспечивающих физиологические потребности человека в энергии и основных пищевых веществах (белках, жирах, углеводах, витаминах, минеральных веществах, пищевых волокнах). Она определяется его калорийностью и усвояемостью, количеством в нем белковых веществ и их аминокислотным составом, а также содержанием в нем необходимых человеческому организму минеральных

соединений и витаминов. Пищевая ценность хлеба и его усвояемость, помимо перечисленных факторов, зависит от качества хлеба: его разрыхленности, вкуса, аромата и даже привлекательности внешнего вида [2].

Белковая ценность пищевого продукта определяется не только количеством белковых веществ, но и их биологической и пищевой ценностью. Биологическая и пищевая ценность белкового вещества определяется наличием и соотношением в нем ряда аминокислот. Во всяком полноценном в пищевом отношении белковом веществе должны быть обязательно представлены следующие восемь незаменимых и необходимых для поддержания в человеческом организме белкового равновесия аминокислот: - лизин; - лейцин; - изолейцин; - метионин; - фенилаланин. Обычно к числу существенных и незаменимых для человеческого организма аминокислот относят и аргинин и гистидин, которые положительно влияют на организм в период его роста [3].

Поэтому рассмотрение элементов пищевой ценности хлеба, сочетается с оценкой его качества, а оценка качества хлеба раскрывает показатели пищевой ценности хлеба.

Отсутствие в пище человека особых веществ и витаминов, вызывает специфические нарушения в состоянии здоровья человека, а при длительном отсутствии или недостаточности их в пище, может привести к соответствующему заболеванию.

Улучшения качества хлеба можно добиться путем повышения его пищевой ценности, либо проведением различных технологических мероприятий на предприятии либо использованием специальных добавок химической и биохимической природы — улучшителей качества хлеба.

Список литературы

1. Odunayo N. T. et al. Nutritional enrichment of wheat bread using various plant proteins //Int. J. of Multidisciplinary and Current research. – 2017. – Т. 5.
2. Г.Г. Долматов, Н.И. Селина, Г.В. Ткачева, Н.В. Шестакова. Технология хлебопекарного производства. – М.: Владос, 2012. – 336 с.
3. Л.Я. Ауэрман. Технология хлебопекарного производства. – М.: Профессия, 2005. – 416 с.

Ю.А. Катанаева, к.т.н., доцент,

В.В. Данилец, студ. 1-го курса ОБ-23А

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ МЕТОДОМ СУБКРИТИЧЕСКОЙ ВОДНОЙ ЭКСТРАКЦИИ

Субкритическая водная экстракция - это метод экстракции, в котором в качестве экстрагента (экстракционного растворителя) используется жидкая вода при температурах выше температуры кипения воды при атмосферном

давлении (100 °С / 273 К, 0,1 МПа), но ниже критической точки воды (374°С/647 К, 22,1 МПа). Метод субкритической водной экстракции - один из подходов, используемых для выделения ценных компонентов из растительного сырья и отходов его переработки.

Экстракция водой в субкритическом состоянии, то есть экстракция с использованием горячей воды под давлением, в последнее время стала популярной технологией экологически чистой обработки и появилась как многообещающий метод экстракции и фракционирования для замены традиционных методов экстракции.

Процесс экстракции субкритической водой является экологически чистым методом, который может обеспечить более высокий выход экстракции из твердых растительных материалов. Экстракция воды в субкритическом состоянии основана на использовании воды в качестве экстрагента в динамическом режиме и под давлением, достаточно высоким для поддержания жидкого состояния. Давление в 5 МПа будет достаточно высоким, чтобы предотвратить испарение воды при температуре от 100 до 250 °С. Когда давление становится достаточно высоким, чтобы поддерживать воду в жидком состоянии, дополнительное давление не требуется, поскольку оно имеет ограниченное влияние на характеристики растворителя воды. Повышение температуры воды с 25 до 250 °С вызывает аналогичные изменения диэлектрической проницаемости, поверхностного натяжения и вязкости. Экстракция водой с низкой полярностью под давлением может легко растворить органические соединения, такие как фитохимические вещества, которые обычно нерастворимы в окружающей воде.

В таблице представлены некоторые важные химические и физические свойства воды - аспекты, которые важно учитывать при использовании воды в качестве растворителя при экстракции. Многие из этих свойств резко меняются при изменении температуры. Высокая степень ассоциации полярного материала в жидкости приводит к тому, что ее относительная диэлектрическая проницаемость (чаще называемая диэлектрической проницаемостью) очень высока, но с повышением температуры водородная связь разрушается, и диэлектрическая проницаемость падает. Наиболее выдающейся особенностью этого выщелачивающего агента является простота регулирования его диэлектрической проницаемости (ϵ). Фактически, этот параметр можно изменять в широком диапазоне, просто изменяя температуру при умеренном давлении.

Таким образом, при температуре и давлении окружающей среды вода имеет диэлектрическую проницаемость около 80, что делает его чрезвычайно полярным растворителем. Этот параметр резко снижается при повышении температуры при умеренном давлении. Вода в докритическом состоянии при 250 °С и давлении более 40 бар имеет $\epsilon = 37$, что аналогично этанолу и метанолу. Вода в условиях, близких к критическим (Р и Т чуть ниже критической точки) растворяет гидрофобные соединения, такие как ПАУ и ПХБ. Растворимость органического соединения с растворителем имеет много порядков величины, которая даже имеет низкую степень растворимости по

сравнению с водой при температуре окружающей среды, это может быть из-за двух причин: во-первых, это изменение полярности, а во-вторых, соединение с низкой растворимостью при температуре окружающей среды. Вода в субкритическом состоянии будет иметь высокую положительную энтальпию растворения и, следовательно, большое увеличение растворимости с температурой.

Таблица - Химические и физические свойства воды при различных температурах и давлениях насыщения

Химические и физические свойства воды	T = 298 K (25 ° C, 0,1 МПа)	T = 373 K (100 ° C, 0,1 МПа)	T = 473 K (200 ° C, 1,5 МПа)	T = 623 K (350 ° C, 17 МПа)
Константа диссоциации, K_w	$1,0 \times 10^{-14}$	$5,6 \times 10^{-13}$	$4,9 \times 10^{-12}$	$1,2 \times 10^{-12}$
Относительная статическая диэлектрическая проницаемость, ϵ_r	78,5	55,4	34,8	14.1
Удельная теплоемкость, C_p , (Дж·г ⁻¹ К ⁻¹)	4,18	4,22	4,51	10.1
Плотность (г / см ³)	0,997	0,958	0,865	0,579
Динамическая вязкость, η (мПа·с)	0,891	0,282	0,134	0,067
Поверхностное натяжение (дин /см)	72,0	58,9	37,6	3,7
Коэффициент самодиффузии, D (м ² /с)	$2,3 \times 10^{-9}$	$8,6 \times 10^{-9}$	$23,8 \times 10^{-9}$	N / A

Использование воды в субкритическом состоянии дает ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами экстракции (например, высокое давление, органические растворители, сверхкритическая водная экстракция). В основном это: более короткое время экстракции, более высокое качество экстрактов (в основном для эфирных масел), более низкая стоимость экстрагирующего агента и экологически безопасный метод. Поскольку вода является наиболее экологически чистым растворителем, доступным с высокой чистотой и низкой стоимостью.

**Пешня Владислав Витальевич, магистрант 2 курса по направлению
Водные биоресурсы и аквакультура**

**Панфилов Алексей Николаевич, магистрант 2 курса по направлению
Водные биоресурсы и аквакультура**

**Федоренко Дарья Игоревна, магистрант 2 курса по направлению Водные
биоресурсы и аквакультура**

Научный руководитель

**Серёгин С.С., к.э.н., доцент кафедры водных биоресурсов и марикультуры
ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический
университет»**

ТЕХНОЛОГИЯ УЗВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБЫ

Аннотация. В данной статье были рассмотрены особенности рыбоводства, которое активно развивается, ведь спрос на морепродукты постоянно повышается. Разведение рыбы в УЗВ (установка замкнутого водоснабжения) имеет массу достоинств по сравнению с ее разведением в открытых водоемах. Но сама установка дорогостоящая и по работе с ней нужны знания. Важнейшим средством повышения экономической эффективности индустриального рыбоводства является выращивание новых ценных видов рыб. Среди перспективных объектов значительный интерес представляют Осетровые. Спрос на мясо и икру осетровых рыб стабильно высокий. Большинство видов занесено в Красную книгу, находится под охраной государства – их вылов в природных источниках запрещен.

Ключевые слова: радужная форель, УЗВ, достоинства и недостатки, биоресурсы, искусственные корма.

Выращивание рыбы в системах с замкнутым водоснабжением является вершиной интенсификации производства, которая позволяет получать максимальную продукцию с единицы площади или объема рыбоводных емкостей при минимальном потреблении воды. Размещение производственных мощностей в закрытых помещениях позволяет обеспечить эффективное круглогодичное производство вне зависимости от климатических условий района размещения предприятия и наличия значительных водных ресурсов, незначительный объем потребления свежей воды обеспечивает минимальное воздействие на окружающую среду.

Эффективность работы систем УЗВ зависит от выбора объектов культивации, качества проекта и составляющего систему оборудования, от качества применяемых кормов и от качества эксплуатации обслуживающим персоналом [1].

Россия по климатическим условиям имеет очень ограниченные территории, где возможно размещение открытых систем для организации круглогодичного интенсивного производства товарной пищевой рыбы, или такие системы должны базироваться на теплых стоках крупных предприятий энергетики и тяжелой промышленности. Во всех остальных случаях требуется

строительство утепленных зданий, организация отопления в холодный период времени, устройство систем вентиляции, освещения. Спектр видов рыб, товарное производство которых экономически целесообразно, сужается до радужной форели и близких к ней видов, возможно, некоторых сиговых (муксун, паляя), более прибыльным является выращивание осетровых.

В случае организации выращивания рыбы на мясо системы УЗВ целесообразно использовать на стадии выращивания рыбопосадочного материала как конечного продукта производства или встраивать УЗВ в комбинированное производство. При этом под посадочным материалом можно понимать рыбу разных возрастов и размеров в зависимости от принятых технологий и конечных целей производства в соответствии с расчетами наиболее рациональной схемы производства. Опыт использования рыбопосадочного материала осетровых рыб, выращенных в УЗВ, для выращивания товарных осетровых в садковых и бассейновых проточных хозяйствах на базе теплых вод энергетических объектов, показывает значительно более быстрый рост – рыба в двухлетнем возрасте по размерам и массе обгоняет трехлетнюю рыбу, выращенную от икры без применения технологий УЗВ [1].

С точки зрения производителей систем УЗВ, наиболее желательно выращивать виды рыб, выделяющих наименьшее количество загрязнений на единицу прироста массы рыбы. Основными проблемными для систем УЗВ загрязнениями является органическое вещество в виде экскрементов и растворимые соединения азота (свободный аммиак, аммонийный азот, мочевины).

Вторым моментом в выборе объектов культивации в УЗВ является цена реализации произведенной продукции. Она должна покрывать все расходы на производство и реализацию продукции и обеспечивать достаточный уровень прибыли, при котором инвесторы готовы вкладываться в проект.

Выращивание рыбы в системах УЗВ производится за счет искусственных кормов. Применение живых кормов и кормовых компонентов в естественном состоянии нереально из-за их высоких кормовых коэффициентов и поступления большого количества загрязнений. В этой связи качество кормов, которое зависит от их производителей, является одним из важнейших условий успешной работы УЗВ. Критериями качества кормов является их соответствие пищевым потребностям выращиваемой рыбы, количество поступающих в систему загрязнений при их применении в виде экскрементов и растворимых в воде азотных соединений при дыхании рыбы, а также их ценовой уровень [2].

Основные объекты индустриального рыбоводства – лососевые, окуневые, сомовые, осетровые рыбы являются потребителями в основном животной пищи или хищниками. По этой причине основным компонентом искусственных кормов служит рыбная мука. Она является основным источником поступления животного белка и дефицитных аминокислот. Вместе с тем, большое содержание белка в кормах приводит к повышению выделения основного лимитирующего загрязнения в системах УЗВ – азотных соединений (аммонийного азота). Рыбная мука – довольно дорогой компонент кормов, и

высокое ее содержание в кормах приводит к снижению экономических результатов культивации рыбы в индустриальных рыбных хозяйствах.

Применение компонентов растительного происхождения обеспечивают существенное (в 2 и более раза) снижение себестоимости и цены производимых кормов, что одинаково выгодно как для их производителей, так и для потребителей. Замена значительной доли белка, участвующего в энергетическом обмене, на жиры и углеводы обеспечивает серьезное сокращение азотных загрязнений при выращивании рыбы. Вместе с тем, уровень такой замены должен быть ограничен: применение таких кормов должно обеспечивать приемлемые показатели эффективности их использования на прирост (кормовой коэффициент) и обеспечивать удовлетворительное физиологическое состояние выращиваемой рыбы.

Производителями кормов выполнены разработки по увеличению доступности комовых веществ в кормах и снижению их потерь за счет размываемости кормов при внесении их в воду. Применяется тонкий помол, кормовых компонентов, повышается устойчивость гранул в водной среде.

Применение экструдированных кормов выявило некоторые их недостатки. Экструдирование практически не влияет на усвоение жиров и мало - на усвоение белков. Зато значительно повышает усвоение углеводов. Если в обычных кормах без применения технологий экструзии усваивается около 20% углеводов, то в экструдированных кормах – до 80-90%. Значительно повышается уровень доступной энергии [2].

При выращивании производителей в крупных водоемах в садках, в прудовых условиях при относительно низких уровнях интенсификации, в бассейновых прямоточных хозяйствах эта проблема вынужденно решается путем замены части концентрированных кормов рыбой, рыбным фаршем или боенскими отходами. В условиях УЗВ применение такого приема невозможно, иногда приходится вынужденно переходить на корма, произведенные без технологий экструзии, что не лучшим образом отражается на работе очистного оборудования систем УЗВ.

Подобные тенденции при перегрузке систем биологической очистки УЗВ наблюдаются при культивации и других видов рыб, в том числе форели. Это наблюдается на крупнейшем в России форелевом хозяйстве в Белгородской области, где при проектировании допущен ряд грубых ошибок и смешаны новейшие технические решения с решениями 50-летней давности.

Важное значение имеют такие качественные характеристики кормов, как перекисное и кислотное число (показатели уровня окисления жиров в составе кормов), токсичность и уровень бактериальной обсемененности. К сожалению, основное сырье для производства рыбных кормов – рыбная мука отечественного производства отличается недоброкачеством, зачастую, особенно на береговых предприятиях, производится откровенный фальсификат, в котором содержание белка корректируется добавлением кровяной и мясокостной муки и даже соевого белка.

При производстве качественной продукции наличия только современного оборудования недостаточно, необходимы качественные ингредиенты, жесткий

входной контроль сырья, технологическая этика.

Третьим решающим фактором успешности производства с технологиями УЗВ, кроме качества проектов, оборудования и качества кормов, является уровень ведения технологического процесса. Это касается как технических вопросов эксплуатации (выстраивание системы технического обслуживания и ремонта оборудования, контроль параметров оборудования), так и технологического режима его эксплуатации [3].

Важное значение имеет дробление выдачи суточной нормы кормов в течение возможно большего времени суток, техника внесения кормов в рыбоводные бассейны для предотвращения их выноса с потоком сбросной воды. Недопустим перекорм рыбы и длительное, более 15 минут, нахождение не съеденных кормов в рыбоводных бассейнах. Это отрицательно влияет как на уровень затрат кормов на прирост рыбы, так и на эффективность работы очистного оборудования.

Эффективность работы систем УЗВ возможна только при слаженной работе всех подразделений персонала. Технические сбои работы оборудования, отклонения параметров оборотной воды от технологических норм должны незамедлительно доводиться до рыбоводных служб, совместными действиями выясняются причины и корректируется технологический процесс выращивания рыбы до восстановления нормального режима.

Система УЗВ – это единый комплекс рыбоводных бассейнов и оборудования оборотного водоснабжения, комплекс этот живой и базируется на жизнедеятельности бактерий оборудования биологической очистки воды. Поэтому нормальная его работа обеспечивается при тесном взаимодействии рыбоводной и инженерной служб, которые делают одно дело. При эксплуатации УЗВ нет главных и вспомогательных служб [3].

Список литературы

1. Биотехнический процесс и структура заводов [Электронный ресурс]// - Режим доступа: <https://poznayka.org/s92741t1.html>
2. Хозяйство [Электронный ресурс]// - Режим доступа: <https://studfile.net/preview/10621761/page:14/>
3. Применение искусственных кормов в условиях установок замкнутого водоснабжения для рыборазведения [Электронный ресурс]// - Режим доступа: https://soyanews.info/news/primenenie_iskusstvennykh_kormov_v_usloviyakh_ustanovok_zamknutogo_vodosnabzheniya_dlya_ryborazvedeniya.html&IBLOCK_ID=1&SECTION_ID=2

А.Н. Поперечный, д.т.н., профессор,

Д.Н. Панасюк, О.Э. Павлий, магистранты

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

СОЕВЫЕ БОБЫ: ЦЕННОСТЬ И КИНЕТИКА СУШКИ ПРИ СВЧ И ИК НАГРЕВАХ

В последние годы производство разнообразных продуктов из сои получает широкое распространение. По мнению ведущих диетологов мира эти продукты станут основой здорового питания человека в XXI веке. Так, например, в Японии из целых соевых бобов путем ферментации изготавливается «мисо»; его ежегодное производство составляет более 700000 т, а среднее потребление – 24 г на человека в день [9]. Эксперты прогнозируют рост мирового производства масличных на 16,5 %. При этом на долю сои приходится более половины общего объема масличных культур, выращиваемых в мире. Соевые бобы богаты белком, витаминами, минеральными веществами, клетчаткой и занимают первое место среди масличных семян. В общем объеме производства масличного сырья на их долю приходится около 50 %. При переработке сои получают высококачественное пищевое масло, а также пищевые белки, которые используются для получения и обогащения других пищевых продуктов. Для переработки на маслозаводы соя поступает в виде семян, полученных после вскрывания плодовой оболочки. Средний размер семян сои – шаровидная или овальная формы диаметром 5,3 – 7,6 мм.

Белки семян сои представлены в основном глобулинами (85...95 %) и имеют высокую биологическую ценность (72 % биологической ценности белка эталона – куриного яйца). Соевые бобы занимают первое место среди масличных семян. Эксперты прогнозируют рост мирового производства масличных ежегодно на 15...16 %. Сою используют как в виде зёрен, так и перерабатывают по трём важнейшим направлениям. Сначала из цельных бобов сои выделяют прекрасное соевое масло (19 – 22 %). При этом как побочный продукт остаётся соевый шрот, обогащённый белком (до 42 %). Соевый белок по усвояемости не имеет себе равных. Известно что 1 кг говядины содержит 145 г белка и 135 г жира, а 1 кг сои соответственно – 420 г белка и 200 г жира. Получается, что 1 кг сои содержит, к примеру, столько же белка, сколько 2 кг мяса или рыбы. Углеводов в бобах сои от 22 до 35 %. По мнению ведущих диетологов продукты из сои станут основой здорового питания человека в XXI веке. За рубежом вся индустрия детского питания построена на использовании сои. Разработаны и продолжают разрабатываться технологии разнообразных комбинированных молочно-соевых белковых биопродуктов; таких, например, как соевый творог (тофу) и мягкий свежий сыр. В качестве сырья для их производства используется коровье молоко и соевый экстракт (молоко), сухое соевое молоко, молочно-соевые белковые продукты. К сожалению приходится констатировать, что в настоящее время из общего производства семян сои

85...90 % используются на кормовые цели, 2...5 % – на технические и только 8...10 % – на пищевые. В России районировано около 25 сортов сои.

В зависимости от влажности семена сои делят на сухие (до 12 %), средней сухости (12 – 14 %) и сырые (свыше 16 %). Семена поставляемые для промышленной переработки должны, согласно ГОСТ, иметь влажность не более 10 %. В случае превышения этого показателя сырьё перед технологической переработкой необходимо подсушить. Для этой цели предлагается использовать СВЧ-нагрев. Для определения влияния различных условий, в частности – массы загрузки и толщины слоя на кинетику сушки и состояние материала, использовалась специальная сетчатая пластиковая диэлектрическая ёмкость – кювета. При определении режимов подсушивания использованы образцы семян сои влажностью 15, 20 и 30 %. Навески семян ($20 \pm 0,2$ г) засыпали в сетчатую диэлектрическую кювету, размещённую на подставке из диэлектрика в центре камеры серийно выпускаемой бытовой СВЧ-печи. Через определённые интервалы времени (2...3 мин) весовым методом на электронных лабораторных весах типа СНИГП-300 определяли количество испаренной влаги и затем влагосодержание продукта; по этим данным рассчитывали скорость сушки. Температуру замеряли с помощью тонкой хромель-копелевой термопары ХК-0,25 в комплекте с мультиметром DIGITAL DT-838 и дублировали прибором КСП-4. Термопары помещали в слои зерна сразу после выключения магнетрона.

На рис. 1 показана динамика испарения влаги из семян сои начальной влажности 30, 20 и 15 %.

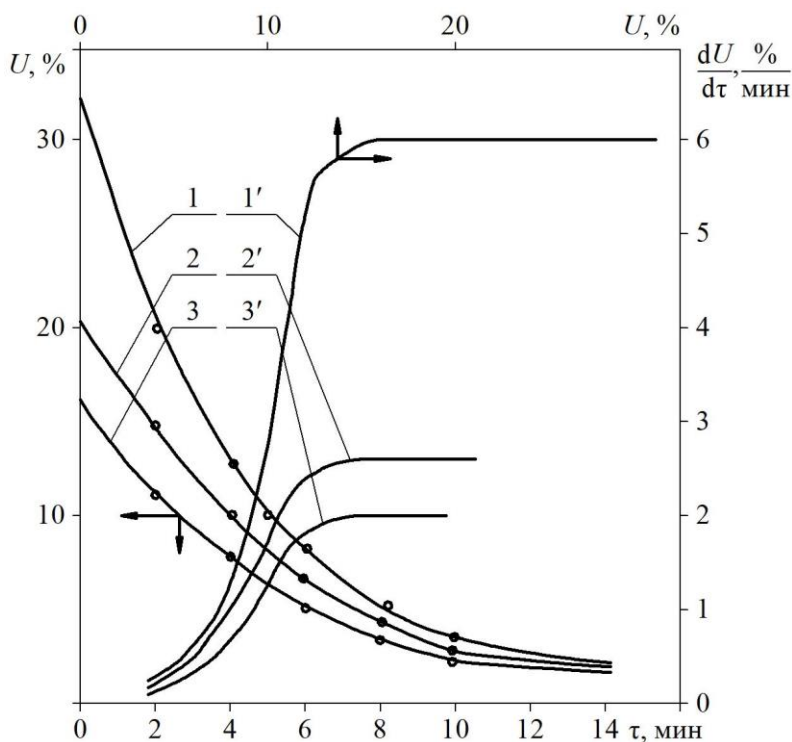


Рисунок 1 – Кривые сушки 1, 2, 3 и скорости сушки 1', 2', 3' соевых бобов при СВЧ нагреве в зависимости от начального влагосодержания

Как следует из графической зависимости в увлажнённых семенах сои наиболее интенсивно испаряется влага за первые 5 мин. Временная зависимость влагоудаления здесь имеет почти линейный характер. В течение последующего периода высушивания образцов в СВЧ-печи (до 12 мин) из них медленно удаляется влага до практически сухого состояния семян. Учитывая небольшую длительность процесса сушки семян сои при СВЧ-нагреве приведённую методику можно рекомендовать в качестве способа ускоренного определения влажности пищевого растительного сырья.

В связи с тем, что термическая обработка соевых бобов в промышленных условиях не реализуется, отсутствуют и достоверные данные о рациональных режимах и параметрах этого процесса. Проведены экспериментальные исследования по обжариванию соевых бобов с использованием виброкипящего слоя (ВКС) и ИК-излучения. Установка с горизонтальной круглой чашей, принципиальная схема которой представлена на рис. 2, состоит из следующих основных узлов: рамы, рабочего органа, вибропривода, узла ИК-излучателей, узла измерения температур и блока питания с измерительными приборами.

Объектом исследований явились соевые бобы после их замочки на сутки в воде с температурой не выше 25 °С для набухания. Они имели влажность 62 % и средний эквивалентный диаметр 7,6 мм.

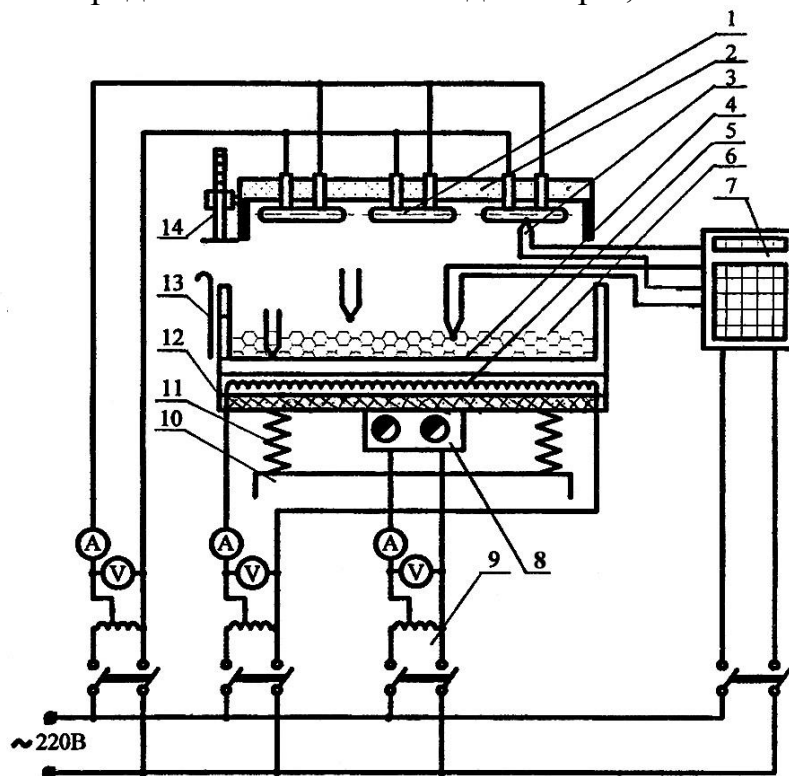


Рисунок 2 – Принципиальная схема экспериментальной установки термической обработки и сушки в ВКС ИК-нагревом:
1 – ТЭН; 2 – отражатель; 3 – термопара; 4 – сковорода; 5 – нихромовая спираль; 6 – продукт; 7 – потенциометр КСП-4; 8 – вибратор; 9 – автотрансформатор; 10 – рама; 11 – пружина; 12 – термоизоляция; 13 – шибер; 14 – стойка

Определён характер основных закономерностей термической обработки ВКС бобов ИК-нагревом (рис. 3).

Установлено что скорость удаления влаги на протяжении большей части времени термической обработки зёрен остаётся почти неизменной (до влажности 20 %), темп удаления влаги заметно замедляется лишь в самом конце процесса (при приближении влажности к конечному значению 5...7 %). В конце процесса при достижении температуры в центре зёрен сои около 110 °С они начинают «взрываться». Это явление объясняется развитием в зёрнах при температуре выше 110 °С значительных термических напряжений, превышающих предел прочности их оболочек.

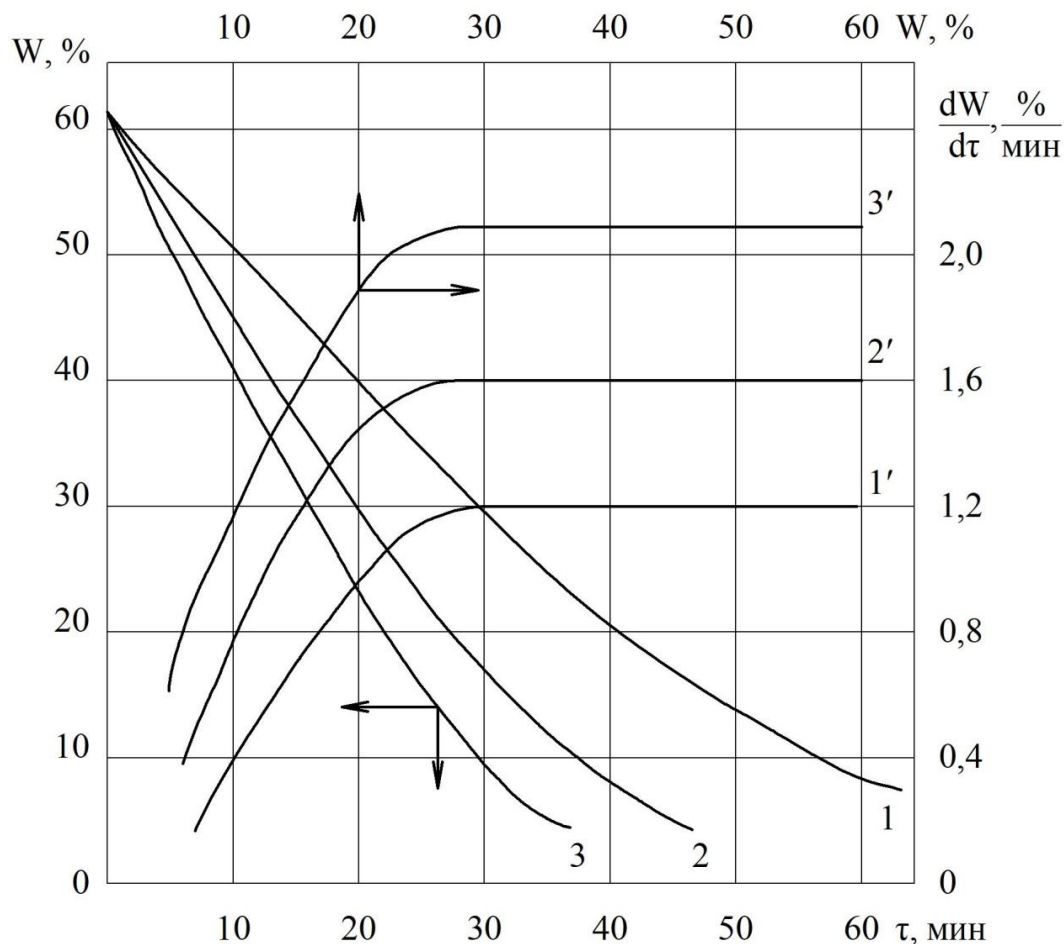


Рисунок 3 – Кривые изменения влажности (1, 2, 3) и скорости удаления влаги (1', 2', 3') при термообработке соевых бобов в виброкипящем слое ИК-нагревом при толщине слоя 20 мм и плотности потока ИК-излучателя:
1, 1' – 1600 Вт/м², 2, 2' – 2300 Вт/м², 3, 3' – 2600 Вт/м²

Отметим некоторые специфические особенности термической обработки соевых бобов, обнаруженные в результате исследований. Продукт после нагрева необходимо сразу же охладить с целью замедления выхода из него углекислоты, ароматических веществ и предотвращения самосогревания и даже самозагорания. Этого можно достичь с помощью активного перемешивания продукта на протяжении 10 минут. При этом температура бобов снижается до

35 °С.

Полученные соевые «орешки» содержат: белка – до 30 %, жира – до 25 %, углеводов – до 28 %, энергетическая ценность на 100 гр. продукта – 450 ккал. Они имеют приятный вкус, ореховый аромат; их широко используют как обычные орехи, добавляют в кондитерские изделия, десерты.

Осуществлён выпуск опытно-промышленной партии торта «Шахтёрский» с соевыми орешками. Особенность технологии изготовления этого торта заключалась в замене крупки ядра арахиса на крупку соевых орешков в соотношении 1:1. Замена позволила снизить энергетическую ценность изделия с 440 до 428 ккал за счёт повышения содержания белкового компонента и снижения содержания жира.

Эксперты прогнозируют рост мирового производства масличных ежегодно на 15...16 %; половина их ориентирована на долю сои.

Список литературы

1. Павленкова П.П., Капрельянц Л.В., Продукты переработки сои в общественном питании. Сб. науч. трудов. В 2ч./редкол. А.Н. Черевко (отв. ред.) ХГАТОП. Харьков, 2000-Ч. I – с. 172 – 176
2. Щербаков В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья. – 4е изд. Перераб. И доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 304с.
3. Михайлов В.С. Соевая кулинария. – М.: ООО «Фирма «Издательство АСТ». 2000. – 272с.
4. Поперечный А.Н. Кинетика термообработки соевых бобов в виброкипящем слое ИК-нагревом // Прогрессивные технологии и усовершенствование процессов пищевых производств: Сб. науч. Пр. – Харьков: ХДАТОХ, 2000. Ч.2. – с. 113 – 117.
5. Мирошникова Е.С., Водолазская Е.С. Целительная сила сои. – Ростов н/д: изд-во «Феникс». 1999. – 224с.
6. Рогов И.А., Некрутман С.В. Сверхвысокочастотный нагрев пищевых продуктов. – М: Агропромиздат. 1986. – 351с.
7. Мельник Б.Е., Лебедев В.Б., Винников Г.А. Технология приёмки, хранения и переработки зерна. – М.: Агропромиздат. 1990. – 367с.
8. Мессина М., Мессина В., Сетчела К. Обыкновенная соя и наше здоровье: Пер. с англ. – Майкоп: Ассоя. 1995. – 208с.
9. Сассон А. Биотехнология: Сверхшение и надежды: Пер. с англ./Под ред. В.Г. Дебабова. – М.: Мир, 1987. – 411 с.

В.В. Крушельницкий, магистрант 3-го курса,

А.А. Яшонков, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», г. Керчь, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА КРЕКЕРОВ, ОБОГАЩЕННЫХ КЛЕТЧАТКОЙ

Крекерное печенье представляет собой разновидность выпеченной закуски, как правило такое печенье тонкое и хрустящее. Крекеры готовятся из смеси муки, воды и других ингредиентов, таких как соль, дрожжи, сахар или сливочное масло. Они могут быть самых разных форм и размеров, простыми или сдобренными травами, специями или сыром. На количество потребления крекеров влияют такие факторы, как доступность, стоимость, предпочтения населения и культурные нормы. Однако благодаря своему удобству, длительному сроку хранения и универсальности крекеры на протяжении долгого времени являются популярной закуской во всем мире.

Изменение количественного соотношения ингредиентов, а также введение новых ингредиентов позволяет расширить ассортимент выпускаемой крекерной продукции и удовлетворить запросы все большего количества потребителей. Существует растущая тенденция к включению пищевых волокон в выпечку как способ повышения ее пищевой ценности. Согласно исследованиям, употребление большего количества овощей связано с меньшим количеством случаев рака, диабета, ожирения, сердечно-сосудистых заболеваний и хронических респираторных заболеваний. Добавляя овощи в выпечку, такую как крекеры и печенье, можно увеличить содержание клетчатки и питательных веществ, не жертвуя при этом вкусом и текстурой. Достаточное количество литературы показывает возможность и перспективность применения овощей в качестве пищевого ингредиента для улучшения питательного состава и функциональных свойств хлебобулочных изделий.

Лимонный базилик и ароматические листья являются хорошими источниками пищевых волокон, витаминов и минералов, включая калий, магний и фолиевую кислоту. Помимо своей питательной ценности, эти листья известны своими лечебными свойствами и используются в качестве естественного средства борьбы с различными заболеваниями. Однако их потенциальная польза от использования в качестве ингредиентов для производства хлебобулочных изделий еще не полностью раскрыта.

В рамках наших исследований была проведена оценка минерального состава крекеров, изготовленных с добавлением муки из ядер грецкого ореха, сушеного лимонного базилика и ароматизированных порошков из листьев в бисквитное печенье.

В таблице 1 приведены рецептуры исследуемых образцов. План эксперимента был спланирован в соответствии с правилами полнофакторного эксперимента и рандомизированы во времени.

Таблица 1 – Рецептура крекеров для исследований

Ингредиенты	Образец						
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
Пшеничная мука, г	100,0	79,0	77,5	75,0	79,0	77,5	75,0
Мука из ядер грецкого ореха, г	-	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Порошок ароматических листьев, г	-	1,0	2,5	5,0	-	-	-
Порошок листьев лимонного базилика, г	-	-	-	-	1,0	2,5	5,0
Разрыхлитель, г	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Соль, г	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14
Сахар, г	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Масло, мл	7,14	7,14	7,14	7,14	7,14	7,14	7,14
Вода, мл	57,14	57,14	57,14	57,14	57,14	57,14	57,14

В таблице 2 представлен минеральный состав крекеров, обогащенных мукой из ядер грецкого ореха и сухими овощными порошками. Содержание кальция в образцах колебалось от 16,87 до 38,81 мг/100 г, причем наименьшее значение (16,87 мг/100 г) обнаружено в образце А, а самое высокое – в образце Г (38,81 мг/100 г). Содержание натрия в проанализированных образцах колебалось от 125,85 до 459,11 мг/100 г, при этом самое низкое значение (125,85 мг/100 г) было обнаружено в образце Б, тогда как в образце Г было самое высокое (459,11 мг/100 г). Содержание магния в образцах крекерного печенья колебалось от 38,18 до 72,12 мг/100 г, при этом образец Б имел самое низкое значение (38,18 мг/100 г), тогда как самое высокое содержание магния было в образце Г (72,12 мг/100 г). Отмечено достоверное ($p < 0,05$) увеличение минеральности крекеров с увеличением содержания сушеных растительных порошков.

Таблица 2 – Минеральный состав (мг/100 г) крекеров

Образцы	Кальций	Натрий	Магний
А	16,87±0,11	453,26±1,28	44,51±0,12
Б	23,75±0,15	125,85±2,28	38,18±0,23
В	27,54±0,28	298,59±0,68	61,25±0,25
Г	38,81±0,05	459,11±3,18	72,12±0,29
Д	22,55±0,18	398,12±1,87	52,71±0,14
Е	28,67±0,75	348,24±1,65	58,45±0,31
Ж	29,12±0,34	456,14±2,78	62,32±0,21

Обогащенные крекеры содержат больше кальция, натрия и магния, чем крекеры без добавления сушеных овощей и муки из ядер грецкого ореха. Высокое содержание минеральных веществ в обогащенном крекерном печенье обусловлено высоким содержанием минералов в ядрах грецкого ореха и сушеных овощах.

Таким образом, проведенные исследования подтверждают перспективность внесения дополнительных полезных компонентов в качестве добавок при производстве крекеров.

И.А. Зотова, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПРЕССИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЯБЛОЧНЫХ ВЫЖИМОК

Исследование компрессионных характеристик яблочных выжимок позволяет научно обосновать выбор и режимы технологических процессов производства яблочного пектина. Экспериментальные исследования компрессионных характеристик выполнялись на исследовательском комплексе, который был создан учеными ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского». Программное обеспечение исследовательского комплекса позволяет проводить исследования изменения абсолютного и относительного объема объектов, а также их коэффициентов сжимаемости и модуля объемной упругости.

Упругие свойства исследуемых образцов определяли с увеличением давления от 0 до 600 МПа. С целью изучения гистерезисного явления при исследовании компрессионных показателей у исследуемых объектов, запись контролируемых параметров осуществляли как в период увеличения давления от 0,1 до величины P ($0,1 \rightarrow P$), так и в обратном направлении при уменьшении величины давления от значения P до 0,1 МПа ($P \rightarrow 0,1$). Графики полученных зависимостей приведены на рисунках 1 – 3.

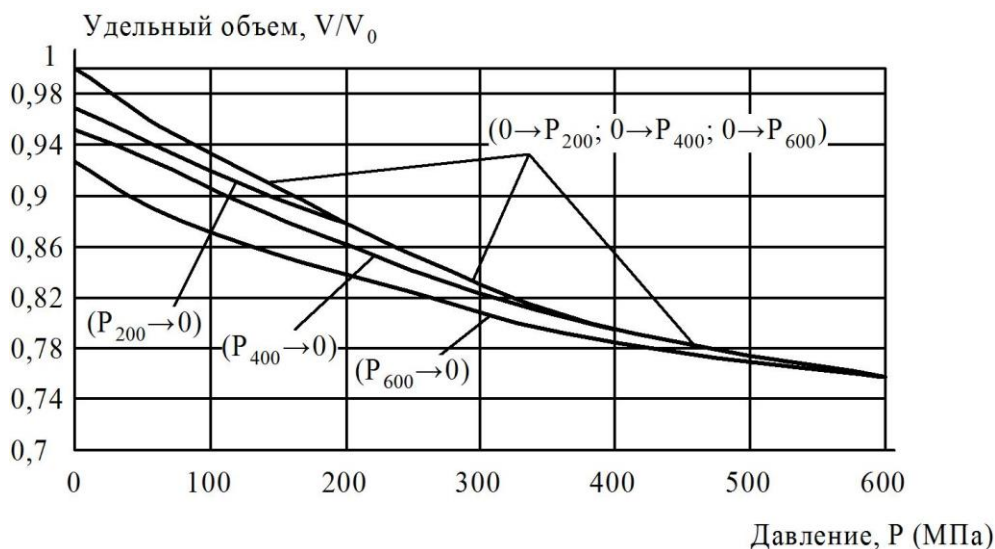


Рисунок 1 - Изменение удельного объема яблочных выжимок, обработанных давлением от 0 до 600 МПа

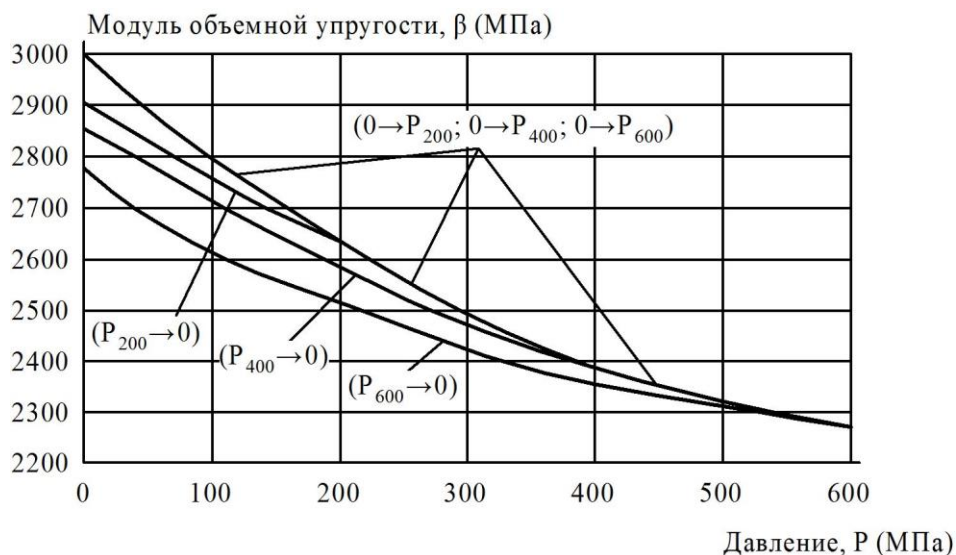


Рисунок 2 - Изменение модуля объемной упругости яблочных выжимок, обработанных давлением от 0 до 600 МПа

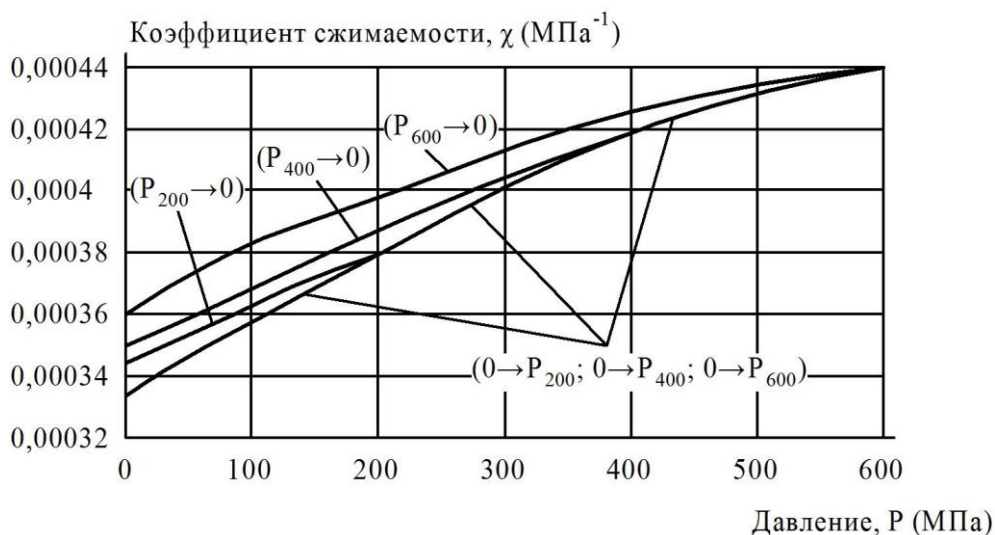


Рисунок 3 - Изменение коэффициента сжимаемости яблочных выжимок, обработанных давлением от 0 до 600 МПа

В связи с тем, что результаты экспериментальных исследований регистрируются на ПК установки высокого давления как в цифровом виде (200 регистраций в секунду каждого из контролируемых параметров), так и в графическом виде, зависимости получены как усредненные от 3-х зависимостей, полученных на ПК при исследовании каждого из образцов.

Анализ полученных зависимостей показал, что с ростом давления от 100 до 600 МПа происходит уменьшение значений удельного объема с 0,94 до 0,757. Модуль объемной упругости яблочных выжимок под давлением от 100 до 600 МПа возрастает в 1,4 раза. Коэффициент сжимаемости незначительно повышается.

Е.А. Пшенов, к.т.н., доцент,

С.С. Блёскин, аспирант 3-го года

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТДЕЛЕНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ В ЦИКЛОННЫХ АППАРАТАХ

Циклонные аппараты являются важными устройствами в различных промышленных процессах, предназначенными для выделения мелкодисперсных частиц из газового потока. Они нашли широкое применение в таких областях промышленности, как химическая, пищевая, комбикормовая и многие другие. Эффективность работы циклонных аппаратов напрямую зависит от множества параметров и условий, несмотря на их многообразие и широкое распространение, продолжается их модернизация и адаптация под конкретные задачи. Поэтому проектирование циклонов требует глубокого понимания физических процессов, происходящих внутри них.

Обоснование конструктивно режимных параметров работы циклона является актуальной задачей. Одним из вариантов определения рациональных параметров циклона, упрощающим и ускоряющим процесс проектирования является его моделирование в различных системах САПР, с использованием подсистем, для исследования гидродинамических параметров потока.

Компьютерное моделирование представляет собой мощный инструмент, который позволяет исследовать и оптимизировать процессы, происходящие в циклонных аппаратах, без необходимости проводить дорогостоящие и трудозатратные эксперименты в реальных моделях, изготовленных в металле. Оно позволяет анализировать взаимодействие частиц с газовой средой, оптимизировать геометрию аппарата, а также учитывать влияние различных факторов, таких как скорость потока, концентрация частиц и другие.

В ходе анализа работы систем аспирации мини комбикормового завода, установлена недостаточная эффективность отделения мелкодисперсных частиц от газового потока в системах пневмотранспорта, с использованием штатного циклона-разгрузителя. В качестве решения проблемы предложена модель двухступенчатого циклона, конструкция которого защищена патентом на полезную модель RU208117U1. В ходе сравнительных испытаний прототипа в уменьшенных габаритах, установлено повышение эффективности очистки по сравнению с серийно выпускаемыми моделями циклонов серии ЦР, SNT в одном типоразмере, при равных условиях.

Для определения наиболее рациональных конструктивных параметров предложенного решения двухступенчатого циклона и использования его в системах пневмотранспорта на мини-комбикормовых заводах в качестве циклона разгрузителя, проведено компьютерное моделирование в программном обеспечении SolidWorksFlowSimulation.

Изменяемыми конструктивными параметрами циклона являются: диаметр вихревой воронки; высота вихревой воронки; расстояние от конического отбойника до вихревой воронки; диаметр конического отбойника; высота

конического отбойника; высота конической вставки. Внешние габариты циклона взяты с серийно выпускаемой модели циклона БЦР-450, который используется на мини-комбикормовом заводе «АгроПоставка». Следует отметить, что диаметр выходного патрубка циклона 150 мм, а также циклон имеет улитку на входе в отличие от циклона БЦР-450.

При проведении компьютерного моделирования установлены следующие граничные условия: скорость на входе 20 м/сек, данный показатель получен измерением скорости воздушного потока на входе в циклон БЦР-450; в разгрузочном окне установлен диаметром 450 мм и высотой 450 мм; на выходе циклона установлено атмосферное давление. Размер поочередно запускаемых фракций от 10 мкм до 150 мкм с шагом 20, плотность данных частиц не зависимо от их размерности равен 1,56 кг/м³.

Получение достоверности результатов зависит не только от заданных условий протекания процессов, но и от качества построения расчетной сетки заданной области. Во избежание недостоверности полученных результатов проведен ряд расчетов, подтверждающий сходимость сетки в заданных условиях, таким образом количество ячеек в расчетной области после проверки сходимости сетки составляет более 1 млн.

Для проверки статистической значимости полученных результатов в ходе компьютерного моделирования при нескольких повторностях, принято решение - провести проверку воспроизводимости опытов по критерию Стьюдента на примере данных полученных при изменении диаметра вихревой воронки в трех кратной повторности.

В ходе проведения моделирования в трех повторностях для каждого значения шага изменения диаметра вихревой воронки (5 мм) (рисунок 1) в диапазоне от 100 мм до 270 мм, полученные результаты эффективности отделения частиц в циклоне, по критерию Стьюдента соответствуют приятному уровню достоверности 95%.

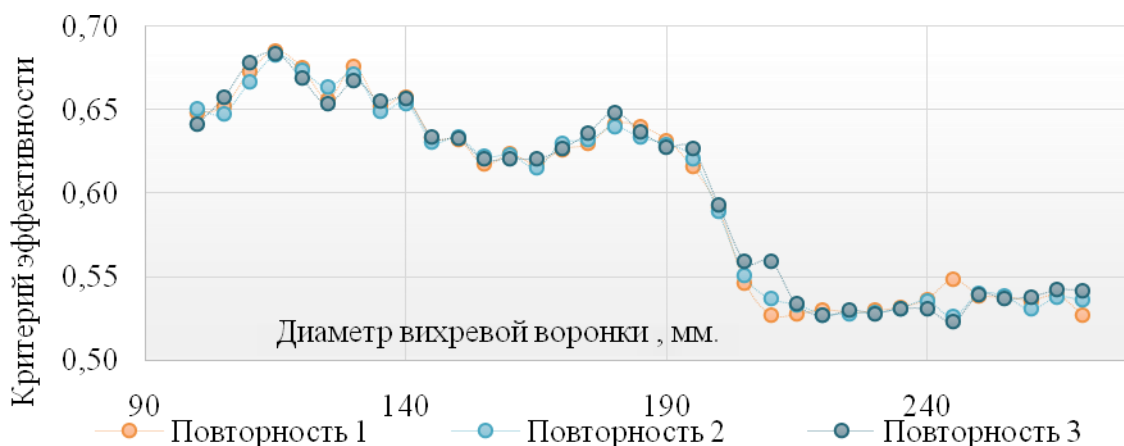


Рисунок 1 – Эффективность циклона

Таким образом, проведенные исследования показали достоверность полученных данных при компьютерном моделировании в среде SolidWorks FlowSimulation без необходимости проведения трех кратной повторности.

В.С. Гаврыш, к.т.н., доцент,

В.Э. Белокрылов, студ. 5-го курса,

М.В. Стрельцов, студ. 5-го курса

ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

ПРОЦЕСС ЗАМОРАЖИВАНИЯ ОВОЩЕЙ И ФРУКТОВ

Овощи и фрукты, как правило, имеют сезонный характер и не подлежат длительному хранению. В этом случае прибегают к различным способам обработки, которые позволяют сохранить полезные свойства овощей и фруктов и увеличить срок их хранения.

Процесс замораживания является современным и одним из самых эффективных способов сохранения пищевых продуктов, обеспечивающий длительное хранение без значительного изменения их качества и свойств. В процессе «шоковой» (мгновенной заморозки) овощи и фрукты теряют наименьшее количество полезных веществ и могут храниться долгое время. Например, овощи теряют около 20 – 30 % витамина С в процессе заморозки, тогда как во время сушки потери составляют 70 – 80 % и 45 – 55 % – в процессе стерилизации.

Зимой замороженные овощи и фрукты являются даже более богатым источником витаминов и минеральных веществ, чем доступные в это время свежие овощи. Весной замороженные овощи и фрукты гораздо полезнее и безопаснее, чем ранние овощи и фрукты, содержащие значительное количество вредных веществ.

Быстрое замораживание овощей и фруктов по сравнению с другими технологиями переработки, хранения и потребления сельскохозяйственной продукции имеет ряд преимуществ:

- отсутствие консервантов;
- обеспечение бактериальной чистоты, пищевой ценности и внешнего вида продукта (18 месяцев при $t = - 26^{\circ} \text{C}$);
- ассортимент потребляемых продуктов не зависит от сезона;
- хранение продукции требует уменьшения площади складских помещений в 3-5 раз;
- уменьшение потерь сырья на 30 % по сравнению с традиционными технологиями хранения;
- время на приготовление пищи и энергозатраты уменьшается в 7 – 11 раз;
- блюда, приготовленные из свежемороженых овощей и фруктов в 1,3-2,5 раза полезнее, чем приготовленные из свежих (т.к. их нагрев до 100°C не превышает 3-5 минут).

Заморозке подвергаются различные овощи, фрукты и прочие продукты, за исключением некоторых овощей, айвы и зимних сортов груш и яблок, которые имеют длительный срок хранения. Продукты, имеющие низкое содержание воды лучше подвергаются замораживаются.

Наиболее распространенные продукты для заморозки:

- овощи – морковь, картофель, капуста (брюссельская, брокколи,

цветная), бобовые, шпинат и др.;

- фрукты и ягоды – малина, клубника, вишня и др.;
- грибы – шампиньоны, опята, вешенки и др.;
- травы – укроп, петрушка, базилик и др.

Также большое распространение получили различные овощные и фруктовые смеси. Для производства смесей чаще всего выбирают сезонные фрукты и овощи.

Овощные супы и гарниры из замороженных овощей помогают сбалансировать питание при зимнем авитаминозе. Из замороженных ягод и фруктов делают начинку для выпечки, желе и муссы.

Потребление замороженных продуктов растет быстрыми темпами вместе с изменением психологии потребителей.

Самым быстрорастущим является сегмент различных овощных смесей, грибов и морепродуктов (за последние 5 лет рост указанного сегмента составил 35-40 %).

Сейчас можно говорить о том, что сформировался круг постоянных потребителей мороженых продуктов, активно потребляющих замороженные овощи. Эти люди заботятся о правильном питании и не хотят питаться не очень полезной для здоровья колбасой или пельменями. На рост потребления оказывает влияние еще и тот факт, что, например, пакет мороженой цветной капусты стоит столько же, сколько и пакет пельменей, но первый продукт полезней.

Новый класс потребителей мороженых продуктов готов приобретать не только такие традиционные недорогие продукты, как мороженная цветная или брюссельская капуста, но и более дорогие смеси, в которые входят, например, стебли бамбука или спаржа.

В последнее время наблюдается рост спроса не только на овощные смеси, но и на монопродукты, такие как зеленый горошек или кукуруза. Многие хозяйки, долгое время покупавшие консервированный горошек и кукурузу для салата, переходят на свежзамороженные аналоги.

В настоящее время рынок производства и реализации замороженных овощей и фруктов в России является перспективным, динамично развивающимся и рентабельным. Интенсивно развиваются внешнеэкономические связи холодильных, молочных, пищевых предприятий и идет активное техническое перевооружение действующих предприятий как за счет импортного оборудования и модернизации действующего парка, так и за счет разработки и серийного производства новых видов отечественной техники и транспорта, компонентов и материалов, тары и упаковки;

Анализ процесса замораживания позволил выявить преимущества замораживания овощей, фруктов, грибов и прочих продуктов, что способствует широкому распространению таких продуктов в России и во всем мире. Кроме того, с каждым годом количество и номенклатура замороженных продуктов увеличивается. Поэтому использование данного процесса также целесообразно в нашем регионе.

Д.К. Кулешов, к.т.н., доцент,

Д.Э. Назарова, студ. 1-го курса магистратуры ХМУ-23-МА

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ МАШИНОСТРОЕНИЯ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Рынок машиностроения в Российской Федерации представляет собой совокупность рынков, которые отличаются друг от друга по номенклатуре, объему выпускаемой продукции, степени экономической концентрации и конкурентоспособности.

Машиностроительная отрасль включает в себя более 300 подотраслей и производств различной направленности. При этом обеспечение существенного многообразия связано с существенным количеством проблем и задач, с которыми сталкивается отрасль в целом.

Эксперты в машиностроительной отрасли обычно отмечают следующие проблемы, присущие сфере машиностроения Российской Федерации, которые по их характеру можно сгруппировать следующим образом [1, с. 1]:

1. Проблемы, связанные с развитием машиностроительного комплекса:

- отсутствие загрузки (заказов) на предприятиях либо низкие темпы роста ведущих отраслей, а в отдельных случаях спад производства;
- существенный моральный и физический износ основного оборудования многих машиностроительных предприятий и низкие темпы его обновления.

2. Необходимость структурной перестройки отдельных предприятий для выпуска, востребованной в современных условиях, продукции.

3. Сложности, связанные с вопросами повышения качества выпускаемого оборудования.

Среди основных технологических и технических трендов мирового рынка машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности можно отметить следующие [2, с. 19-20]:

- дальнейшая автоматизация технологических процессов;
- обеспечение более высокой энергоэффективности производства и, как следствие, снижение расхода энергетических ресурсов;
- увеличение доли продукции, получаемой при переработке сырья и стремление к переходу на безотходное производство;
- снижение материалоемкости и металлоемкости оборудования и повышение его модульности и компактности;
- увеличение производственной мощности оборудования;
- повышение уровня показателей экологичности оборудования.

Несмотря на все проблемы в отрасли и достаточно амбициозные задачи, эксперты прогнозируют существенный рост для отрасли пищевого машиностроения, как по базовому сценарию развития, так и по консервативному (3, с.1). Среди основных факторов, оказывающих

существенное влияние на развитие машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности в РФ, эксперты отмечают следующие:

- государственная поддержка отрасли;
- необходимость обновления материально-технической базы (основных фондов) предприятий, что станет дополнительным стимулом для расширения ассортимента выпускаемой продукции, с целью ускорения окупаемости оборудования;
- появление свободных ниш на внутреннем и внешнем рынке, в связи с санкционным режимом и закрытием ряда мировых производителей, что создает условия для наращивания доли отечественных предприятий;
- увеличение поставок машиностроительной продукции на экспорт (предполагается увеличение спроса на оборудование в странах Азиатско-Тихоокеанского региона).

Среди факторов сдерживания отрасли можно отметить:

- наличие значительного объёма поставок иностранного оборудования, бывшего в употреблении;
- сохранение на мировом рынке высокой конкуренции с крупными международными компаниями;
- отсутствие положительного имиджа у большинства производителей, в связи с недостаточной известностью брендов, а в ряде случаев и с репутационными издержками, что снижает заинтересованность инжиниринговых компаний в использовании машин и оборудования отечественного производства;
- достаточно низкие налоги и пошлины на импорт большинства машин и оборудования.

Таким образом, развитие отрасли машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности имеет существенные перспективы, однако для их реализации необходимы соответствующие усилия со стороны непосредственных участников данной отрасли.

Список литературы

1. Обзор машиностроительной отрасли РФ // Сайт Заводы.рф. — 2020. — [Эл. ресурс]. — Режим доступа: <https://заводы.рф/publication/obzor-mashinostroitelnoy-otrasli-rf?ysclid=lo5gb8nzw53033366>
2. Климович К.П., Одинцова М.А. проблемы и перспективы развития машиностроительного комплекса России в условиях рыночной экономики // Экономический журнал. — 2014 - №4(36) – С.16-24. — [Эл. ресурс]. — Режим доступа: <http://mcxdnr.ru/apk/pishhevaja-i-pererabatyvajushhaja-promyshlennost/>
3. Горшенина Е. Мировые тренды развития машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности в РФ // Портал пищевой промышленности foodsmi. Статистика и исследования – 2020 - [Эл. ресурс]. — Режим доступа: https://foodsmi.com/statistika-i-issledovaniya-/perspektivy-mashinostroeniya-dlya-pishchevoy-i-pererabatyvayushchey-promyshlennosti/?sphrase_id=65959.

Е.С. Дмитриева, студ. 1-го курса магистратуры,

Научный руководитель

Н.Н. Севаторов, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В настоящее время одной из важнейших задач, стоящих перед перерабатывающими отраслями АПК, является разработка передовых технологий, создание и внедрение высокоэффективных, энергосберегающих и экологически безопасных процессов и аппаратов для обеспечения потребности населения высококачественными продуктами отечественного производства.

Воплощение в жизнь вышеуказанных задач по увеличению объемов производства, расширения ассортимента, улучшения качества и внедрения энергосберегающих технологий в основном зависит от темпов развития научно-технического прогресса. Поэтому все более актуальной становится задача перехода перерабатывающей и пищевой промышленности на интенсивный путь развития, предусматривающий широкое использование достижений науки в производстве, внедрение интенсивных малоотходных ресурсо- и энергосберегающих технологий, повышение качества производимой продукции и производительности труда.

Первоочередная цель переработки продуктов питания заключается в замедлении процесса ухудшения качества продовольствия и продлении возможных сроков хранения. Многие процессы - например, консервирование - позволяют превращать скоропортящиеся продукты в пищевые товары, которые стабильно сохраняют свою питательную ценность и безопасность в течение ряда лет. Но не надо забывать тот факт, что качество пищевых продуктов должно учитывать не только их опасность, а и питательную полноценность. Современная нутрициология требует от пищевой промышленности создавать продукты высокой энергетической ценности при обязательном наличии в них в доступной для организма форме эссенциальных веществ, необходимых для корректного протекания обмена веществ, являющегося основой жизнедеятельности организмов.

Основным путем повышения полноценности производимых пищевых продуктов является применение в современной пищевой технологии решений, позволяющих свести к минимуму негативное влияние на нутриенты как отдельных применяемых операций, так и всего технологического процесса. Для этого необходим поиск новых подходов, в основе которых должны лежать фундаментальные исследования в областях пищевой химии, биотехнологии, микробиологии, гигиены питания, что позволит раскрыть сущность процессов, отвечающих за изменение качества продуктов в процессе их производства и последующего хранения.

Применительно к производству, переработке, упаковке и доставке продуктов питания именно наука позволяет производить безопасные,

полноценные и питательные продукты питания. Подход к безопасности продуктов питания, который опирается на науку, должен охватывать всю продовольственную цепочку от фермы до стола потребителя. Основным процессом, при котором происходит потеря качества продуктов в технологии теплового консервирования, является стерилизация, к последствиям которой следует отнести потерю нутриентов и биологически активных веществ, ухудшение органолептических свойств, а при несоблюдении теплового регламента процесса - возможную микробиологическую и ферментативную порчу.

Различные формы переработки продовольствия обеспечивают огромные преимущества, с точки зрения продления сроков хранения и безопасности продуктов питания, но не всегда обеспечивают удельный уровень энергозатрат, что в условиях перманентного энергетического кризиса становится актуальным, если не основным требованием к перерабатывающей и пищевой промышленности.

Так, в России предприятия перерабатывающей и пищевой промышленности являются крупными потребителями топливно-энергетических ресурсов, что свидетельствует о том, что даже небольшое повышение эффективности эксплуатации технологического оборудования является чрезвычайно важным, так как приводит в масштабах отрасли к экономии большого количества энергоресурсов. Среди главных источников экономии энергопотребления основными являются:

- изменение технологии в результате внедрения менее энергоемких технологических процессов и операций, рационализация и усовершенствование действующих;
- совершенствование структуры производственного оборудования путем внедрения более экономичного, заменой устаревшего и модернизации действующего современными аппаратами.

Новые технологии переработки пищевого сырья могут способствовать обеспеченности продовольствием и укреплению безопасности продуктов питания в странах мира. К числу новых, уже используемых технологий - и некоторых технологий, которые из области исследований сейчас переходят в стадию практического применения - относятся асептическая упаковка, обработка продуктов и сырья электрическими и магнитными полями, обработка высоким гидростатическим давлением, облучение продуктов и сырья лучами различной природы, использование переходных процессов технологий резкого изменения давлений, и использование различных комбинаций перечисленных процессов, при которых возможно взять наиболее полезное из каждого отдельного процесса. Благодаря новым технологиям продлевается срок хранения скоропортящихся фруктов, овощей, мяса животных и птицы и др. Перечисленные физические факторы создают безопасные и экономичные технологии, которые используются в более чем 40 странах мира и одобрены международными организациями, такими как Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ).

В.Н. Кудрявцев, к.т.н., доцент

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

КОНЦЕНТРАЦИЯ И ИНТЕГРАЦИЯ МЯСОПРОИЗВОДЯЩЕЙ И МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛЕЙ: ОТ СОВЕТСКОЙ ГИГАНТОМАНИИ К НОВОМУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ УКЛАДУ

Современный этап развития пищевых и перерабатывающих производств характеризуют тенденцией к концентрации производства и новым технологическим укладам в рамках концепции «Индустрия 4.0». Концентрация производства — это явление, при котором все больше предприятий и компаний объединяют или поглощают друг друга, создавая всё более крупные корпорации. Такие компании, с помощью новых технологий и повышения эффективности производства, могут контролировать большую долю рынка и оказывать значительное влияние на экономику сектора, в котором работают.

При этом следует чётко отделять тенденцию к укрупнению и гигантоманию советского образца, имеющие совсем другой технологический уклад. При этом наблюдалась самая низкая производительность труда, если сравнивать со странами — членами Организации экономического сотрудничества и развития, при этом россияне работают больше часов в год, чем граждане этих государств. В среднем это получается около 2000 часов против 1750 приблизительно часов в странах ОЭСР. Из 38 стран — членов ОЭСР и кандидатов на вступление в организацию только в четырех странах работают больше — в Греции, Южной Корее, Коста-Рике и Мексике [1].

Парадокс подобного явления кроется, как не странно, в человеческом общении. Для принятия технического решения необходимы множественные согласования и утверждения. Это, естественно ведёт к значительным непроизводительным затратам, т.е. мы можем легко идентифицировать логистические блокировки движения технико-технологической информации. Если рассмотрим теперь промышленные и транспортные логистики, то потери производительности будут ещё большими, чем далее предприятия в одной корпорации (объединении) физически удалены друг от друга.

Поэтому вопрос сближения производств и их концентрация – это крайне важное решение, требующее чёткого понимания как близкой, так дальней перспективы.

На концентрированных производствах производительность значительно выше. Так, если производительность труда на предприятиях со среднегодовой численностью промышленно-производственного персонала до 200 человек принять за 100%, то на предприятиях второй группы (201—500 чел.) она составляет 153%, и на предприятия третьей группы (501 и более) — 217% [2]. Здесь численность сотрудников выступает не как фактор влияния, а как характеристика нового технологического уклада. К сожалению, у руководства компаний нет этого четкого понимания и часто идут по пути увеличения численности сотрудников корпорации и потом удивляются – почему при этом

не растёт производительность. Нет реального понимания за счёт чего идёт рост производительности на концентрированных производствах. Значительно усиливает этот кризис отсутствие понимания глубинного и структурного у преподавателей технических направлений ВУЗов, которые работают по старинке. И готовят таких же, не понимающих за счёт чего осуществляется рост производительности, специалистов. А рост достигается в первую очередь за счёт:

1. Внедрения оборудования большой единичной мощности, что дает большой экономический эффект, проявляющийся в удешевлении единицы мощности, так как возрастание производительной способности оборудования сопровождается значительно меньшим ростом его стоимости.
Использование высокопроизводительного оборудования особенно актуально в мясопроизводящей и мясообрабатывающей отраслях вновь присоединённых регионах России, особенно для густонаселённых (ДНР и ЛНР) – однако лишенных высококвалифицированных кадров в достаточном количестве для эксплуатации установленного ранее низкопроизводительного оборудования.
2. Концентрирование производства создает условия для повышения уровня промышленной специализации, способствуя тем самым внедрению и лучшему использованию высокопроизводительного оборудования, более совершенных технологий и улучшению организации производства и труда.
3. Издержки предприятия, которые растут непропорционально росту объема производства (содержание административно-управленческого персонала, расходы, связанные с освещением и отоплением зданий, и др.), в условиях крупного производства составляют значительно меньшую часть себестоимости единицы продукции, чем на мелком предприятии. На примере горловского региона ДНР – объединение мясопроизводства и мясопереработки, не на бумаге, а концентрирование производств на одной производственной площадке в одном производственном многоэтажном здании, как мы видим это в мировых тенденциях передовых предприятий отрасли – это позволило бы значительно сократить эксплуатационные расходы.
4. Концентрированное производство позволяет более экономно использовать сырье, материалы, топливо - это позволяет сократить расходные нормы сырья и материалов на единицу продукции в результате применения более совершенной техники и методов технологии производства, что особенно важно в нынешней ситуации в регионе.
5. На концентрированных предприятиях имеются необходимые возможности и экономическая целесообразность непосредственного соединения науки с производством, т.е. создание научно-исследовательских лабораторий, мощных конструкторских и технологических бюро, опытных установок. Затраты на их содержание составляют небольшую долю в себестоимости изделий, но они

содействуют научно-техническому прогрессу и росту эффективности общественного производства.

Концентрация производства привела к тому, что в России на одном предприятии сосредоточен весь выпуск троллейбусов, картофелеуборочных комбайнов, мотороллеров, врубных машин, проходческих комбайнов, отдельных видов каучуков, катионных красителей, кинофото пленки и целого ряда других видов продукции.

Для многих отраслей промышленности характерна олигополия — сосредоточение выпуска значительной части однородной продукции на двух-четырёх крупнейших предприятиях. Так, например, динамную сталь выпускают три предприятия, и на их долю приходится почти весь ее выпуск; полистирол и сополимеры стирола — четыре предприятия (96%); шины для сельскохозяйственных машин - четыре (82%); магнитную ленту - два (100%); кальцинированную соду - три (92%); автогрейдеры - три (100%).

Разновидность олигополии — двусторонняя монополия, когда на рынке продукции один продавец и один покупатель. Такая ситуация сложилась в выпуске двигателей для грузовых автомобилей, которые производит Заволжский моторный завод, а единственным их потребителем является ПО «ГАЗ». Магистральные электровозы, производимые только Новочеркасским электровозостроительным заводом, полностью закупаются МПС России.

Поэтому у Донецкого региона есть все шансы достичь высоких показателей промышленности за счет концентрации производства с учетом общероссийского опыта и передового мирового опыта, при этом избежав уже известных ошибок.

Список литературы

1. Медведев назвал пять причин низкой эффективности труда в России – 30.08.2017 - URL: <https://www.rbc.ru/economics/30/08/2017/59a6b0959a79470df9346274> (дата обращения: 02.10.2023)
2. Экономика предприятия и отрасли промышленности: Учеб. пособие для эконом. спец. вузов /А.С. Пелих, В.М. Джуха, Г.И. Шпеленко и др.; Под ред. А.С. Пелиха. — 4-е изд., доп. и перераб. — Ростов н/Д.: Феникс, 2001. — 543 с.

СЕКЦИИ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

«ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИТАНИЯ (МЕХАНИЧЕСКОЕ, ТЕПЛОВОЕ, ХОЛОДИЛЬНОЕ)»

Е.М. Азарян, д.э.н., профессор

*ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли
имени Михаила Туган-Барановского»*

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РЕАЛИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПИЩЕВОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Современная пищевая промышленность представляет собой совокупность различных предприятий, продукция которых обеспечивает удовлетворение потребностей населения в продовольствии. Данная отрасль экономики является одним из подразделений лёгкой промышленности и, в целом, составной частью агропромышленного комплекса.

Согласно отчету Министерства агропромышленной политики и продовольствия Донецкой Народной Республики, пищевая промышленность Донецкой Народной Республики является одной из ведущих в регионе по объемам реализации продукции в 2022 году и составляет 16% от общего объема. При этом реализация пищевых продуктов, напитков, табачных изделий и кормов для животных, произведенных на территории Республики, составила в 2022 году 39,39 млрд. рубл., а количество сотрудников на предприятиях отрасли увеличилось на 481 человек [1, с. 1].

В связи с тем, что предприятия пищевой индустрии заняты в переработке сельскохозяйственной продукции, обычно, они размещены либо в районах источников основного сырья, либо в местах нахождения основных потребителей конечного продукта. Структурно пищевая индустрия разделена на ряд направлений (мукомольно-крупяное и комбикормовое, мясомолочное, рыбное, пищевкусовое), которые, в свою очередь, разделены на более чем 40 отраслей [2, с. 1].

В масштабах Российской Федерации пищевая промышленность, в составе которой тысячи предприятий, производит 1/5 национального продукта.

В связи с тем, что обеспечение питанием населения любой страны зависит от нормального функционирования пищевой индустрии, данное направление производства создает условия для продовольственной безопасности страны.

Функциональность технологического потенциала предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности зависит от следующих факторов:

- стабильность поставок сельскохозяйственного сырья;
- состояние промышленных объектов пищевой индустрии, включая обеспеченность их всеми видами энергоресурсов;

- эффективность работы логистических систем.

В современных политических реалиях вопросы стабильности работы пищевых предприятий напрямую связаны с решением возникающих на предприятиях сложностей, а именно:

- наличие достаточного количества сырья требуемого качества;
- существенный износ парка оборудования;
- отсутствие желания отдельных предприятий повышать уровень конкурентоспособности производимой продукции;
- кадровые проблемы в отдельных регионах.

Несмотря на наличие определённых сложностей, пищевая промышленность Российской Федерации имеет значительный потенциал развития, который обусловлен размерами территории, являющейся потенциальным рынком сбыта, и вековыми традициями высокого уровня потребления продовольствия. Инвестиционная привлекательность данного сегмента рынка остается достаточно высокой.

Следует отметить, что одним из приоритетных направлений развития пищевой индустрии является дальнейшее внедрение как продуктовых и процессных, так и маркетинговых и организационных инноваций.

Благодаря постоянным исследованиям в данной сфере, на предприятиях перерабатывающих и пищевых производств внедряются различные разработки, направленные на изменение конструкции, используемого оборудования, а также совершенствование технологических процессов, расширение ассортиментного ряда продукции, оптимизацию логистических связей. Всё это обуславливает появление большого количества новой продукции в ассортиментном ряде производителей, позволяющих удовлетворить самые изысканные вкусы и общие продовольственные потребности граждан.

В связи с этим возрастают и перспективы развития машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации. Согласно прогнозу по базовому сценарию развития отрасли машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности на 2030 год, ожидается рост объёмов реализации оборудования российского производства, примерно, в 3 раза по отношению к уровню 2016 года, рост экспорта – в 3,7 раза, а увеличение доли присутствия российских компаний на внутреннем рынке – до 62% [3, с. 1].

Таким образом, развитие пищевой промышленности имеет широкие перспективы для дальнейшего внедрения продуктовых и процессных инноваций, что обеспечивает особое место научно-техническому творчеству в данных отраслях.

Список литературы

1. Пищевая и перерабатывающая промышленность // Официальный сайт Министерства агропромышленной политики и продовольствия Донецкой Народной Республики. — 2023. — [Эл. ресурс]. — Режим доступа: <http://mcxdnr.ru/apk/pishhevaja-i-pererabatyvajushhaja-promyshlennost/>

2. Основные отрасли пищевой промышленности России // Сайт Заводы.рф. — 2023. — [Эл. ресурс]. — Режим доступа: <https://заводы.рф/publication/osnovnye-otrasli-pishchevoy-promyshlennosti-rossii>

3. Горшенина Е. Мировые тренды развития машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности в РФ // Портал пищевой промышленности foodsmi. Статистика и исследования – 2020 - [Эл. ресурс]. — Режим доступа: https://foodsmi.com/statistika-i-issledovaniya-/perspektivy-mashinostroeniya-dlya-pishchevoy-i-pererabatyvayushchey-promyshlennosti/?sphrase_id=65959

**А.С. Васильев, д.с.-х.н., доцент,
Ф.Л. Блинов, ст. преподаватель,**

В.В. Голубев, д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия»

ЗАВИСИМОСТЬ ЗНАЧЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТОВ ТРЕНИЯ ПО РАЗЛИЧНЫМ ПОВЕРХНОСТЯМ ОТ УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Переработка семян сельскохозяйственных растений – первичная и глубокая, напрямую зависит от исходных характеристик, так называемых - физико-механических и технологических свойств (ФМТС). Для оценки влияния внешних факторов – качество уборки и переработки, условий возделывания и технологических аспектов, следует использовать различные конструктивные параметры рабочих органов и регулировочные режимы работы целых поточно-технологических линий. Одним из данных критериев является коэффициент трения семян.

В работе ставилось целью определить коэффициенты трения отдельных сельскохозяйственных культур с учётом влажности на разработанной и изготовленной лабораторно-практической установке, одновременно используемой и в учебном процессе бакалавриата, магистратуры, аспирантуры [1]. Изготовленные в лабораторных условиях поверхности из различных материалов – сталь, пластик ABS, PLA, дерево и резина позволили получить различные данные по углу трения (рисунок 1).

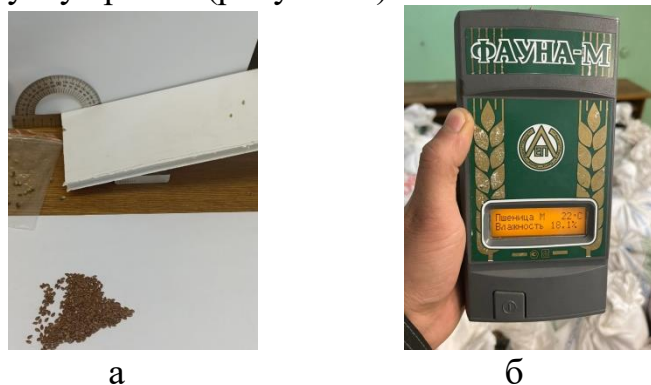


Рисунок 1 – Лабораторная установка для определения угла трения
а – измерение угла трения лубяных культур (на примере льна-долгунца и технической конопли; б – измерение влажности материала (пшеница сорта «Архат»)

В ходе экспериментов установлено, что на исследуемый показатель оказывает влияние несколько дополнительных факторов – время проведения эксперимента, размерные характеристики исследуемого материала, шероховатость поверхности и влажность семян [2].

По мнению Паран [3] формула для определения коэффициента трения определяется по углу трения в виде формулы (1)

$$f = tg, \quad (1)$$

где α – угол трения, град.

Фрагмент результатов исследований углов трения, применительно к семенам технической конопли приведён в таблице 1.

Таблица 1 – Фрагмент результатов исследований по поверхности из ABS

Повторность измерений	Влажность, W, %	Размер, l, мм	Шероховатость наклонной поверхности, R _a мкм	Масса одного семечка, m, г	Угол трения, α , град.
1	14	2	1,2	0,017	12
2	12	2,5	1,4	0,018	16
3	17	2,2	1,3	0,019	19
4	19	2,1	1,2	0,02	22
5	20	2,3	1,4	0,021	30
6	14	2,4	1,3	0,022	14
7	18	2,1	1,2	0,023	16

Линейная часть регрессионного уравнения, проверенного на адекватность после статистической обработки в Mathcad [4] выглядит следующим образом (2).

$$y = -28,16 + 1,92x_1 + 1,85x_2 + 4,62, \text{ град.} \quad (2)$$

где x_1 – влажность семян, %;

x_2 – максимальный размер семян, мм;

x_3 – шероховатость наклонной поверхности, мкм.

Следует отметить, что в процессе статистической обработки значение массы является несущественным для полученного регрессионного уравнения, поэтому им пренебрегаем.

В итоге, полученные средние значения статических коэффициентов трения для исследуемых сельскохозяйственных культур, следующие: техническая конопля – 0,21...0,34; лён-долгунец – 0,21...0,40; гречиха – 0,31...0,35.

Полученные значения можно использовать в расчётных вновь созданных рабочих поверхностях, взаимодействующих с семенным материалам, в различных условиях функционирования – от начала уборки до глубокой переработки. Также возможно применение полученных регрессионных зависимостей при прогнозе изменений условий их работы.

Следующим этапом исследований является распечатка макетных образцов

элементов высевающих и перерабатывающих аппаратов шнекового типа.

Список литературы

- 1 Ковалёв М.М. Физико-механические и технологические свойства сельскохозяйственных материалов. Технологии и энергоёмкость процессов: учебное пособие / М.М. Ковалёв, В.В. Голубев, А.В. Кудрявцев, А.С. Фирсов, Е.С. Белякова. – Тверь: Тверская ГСХА, 2023. – 192 с.
2. Методика проведения агротехнического полевого опыта / В. В. Голубев, А. В. Кудрявцев, А. С. Фирсов, М. А. Сафонов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 4. – С. 43-48. – DOI 10.22314/207375992017.4.4348.
3. Крагельский, И.В. Коэффициенты трения. Справочное пособие / И.В. Крагельский, И.Э. Виноградова. – М.: Машгиз. – 1962. – 112 с.
4. Цараева, З. Г. Программная реализация статистической обработки данных (системы Mathcad и MATLAB) / З. Г. Цараева // Science Time. – 2016. – № 2(26). – С. 594-597.

А.С. Васильев, д.с.-х.н., доцент,

ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия»

Ш.М. Бабаев, д.т.н., профессор,

Азербайджанский государственный аграрный университет

В.В. Голубев, д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия»

ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ПО ПЛАСТИКОВЫМ ПОВЕРХНОСТЯМ

При производстве и переработке сельскохозяйственной продукции, в частности из зерна требуется определение физико-механических и технологических свойств (ФМТС) первично убранного зернового вороха или переработанного зернового материала.

На основании анализа основной нормативно-технической литературы определены ГОСТ 9353-2016 Пшеница. Технические условия и ГОСТ 34702-2020 Пшеница хлебопекарная. Технические условия. Установлено, что основными критериями, определяющими качественные характеристики зерна являются типовой состав, состояние, запах, цвет, стекловидность и т.д. Однако нет конкретных значений по ФМТС самого зерна. В частности не представлено значений коэффициентов трения и углов естественного откоса. Важность данных показателей влияет не только на транспортирующую способность рабочих органов, но и снижение энергоёмкости большинства технологических процессов, габаритные размеры. Также, в условиях цифровизации и широкого внедрения аддитивных технологий, 3 D макетирования и 3 D прототипирования перспективным направлением является изготовление рабочих поверхностей не из металла, а из пластика различных конструкций, что позволяет повысить уровень ресурсосбережения. Единственным НТД, в котором упоминается угол трения является ГОСТ ISO 7971 – 3 – 2021 в контексте изменения свойств зерна

при повторном определении природы, улучшающем скольжение.

Целью наших исследований является определение значений коэффициентов трения и углов естественного откоса общепринятым методикам с применением следующего приборного оборудования: мерной литровой пурки, весов ВЛК – 500, секундомер Агат, измерительных поверхностей размером не менее 100 x 300 мм с фиксированным положением транспортира (оптического или механического типа). Причём поверхности изготовлены на 3 D принтере с применением отдельных пластмасс типа ПЛА и АБС (рисунок 1).

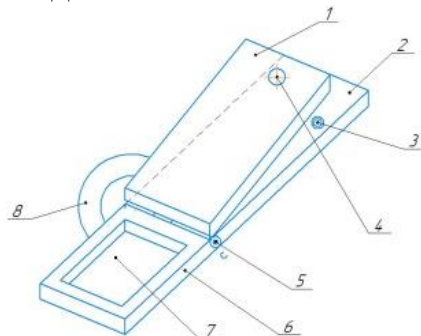


Рисунок 1 – Лабораторная установка для определения коэффициентов статического трения

1-рабочая поверхность из пластика; 2-основание; 3-уровнемер; 4-регулировка угла; 5-соединение; 6-плоскость с выемкой 7; 8 – угломер

Методика заключается в следующем. Измеряемый материал разделяется на три порции по 100 грамм. Далее семена насыпают на рабочую поверхность 1 в форме прямоугольника длиной не более 50 мм и шириной не более 40 мм, с учётом отклонения в размерах не более 1,5%. Фиксируя время удерживания под установленным углом, выполняют наблюдения. Через 5 секунд, если материал не перемещается, осуществляют изменение положения рабочей поверхности и процесс повторяется. В момент начала перемещения измеряемого материала по рабочей поверхности фиксируют угол наклона, определяющий статический угол трения, измеряемый угломером. При этом повторность опыта не менее восьмикратной для различного материала, с учётом исходной влажности измеряемой массы материала и фиксацией в таблице 1.

Таблица 1 – Измерение статического угла трения

Название материала	Исходная влажность материала, %	Статический угол трения, град.					Статистическая обработка данных измерений
		Повторности измерений					
		1	2	3	...	8	
Семена пшеницы (Архат)							Среднее значение
Семена технической конопли (Надежда)							Коэффициент вариации
Семена гречихи (Девятка)							Среднеквадратическое отклонение

Полученные данные по материалам возделываемых сельскохозяйственных культур послужат для обоснования форм и геометрических параметров рабочих органов бункеров, высевающих аппаратов, изготовленных из пластмассы. Аналогичным образом предлагается определять угол естественного откоса и другие показатели путём модернизации устройства и последующей его автоматизации.

Следующим этапом является определение коэффициентов внутреннего трения с применением аналогичного приборного обеспечения, позволяющего применять данную методику и в условиях лабораторных работ бакалавров, магистров и аспирантов на кафедрах инженерного и технологического факультетов.

Список литературы

1. Маркво, И.А. Методика и результаты определения коэффициента трения семенного материала с использованием автоматизированного устройства // И.А. Маркво, В.И. Новиков, Е.М. Зубрилина и др. / Научный журнал КубГАУ. - № 147 (03). – 2019. – С. Режим доступа <http://ej.kubagro.ru/2019/03/pdf/02.pdf> Дата обращения 27.09.2023.

2. Кушнир, В.Г. Использование экструдеров при переработке продукции растениеводства в республике Казахстан. Учебно-методическое пособие // В.Г. Кушнир, Н.В. Гаврилов, С.А. Ким / Костанай, - 2016. – 128 С.

3. Моисеев, К.Г. Метод расчёта коэффициента трения сыпучих масс при структурном сопротивлении сдвигу.

4. Ярцев В.П. Отчёт по научно-исследовательской работе. – Тамбов. – 2016. – 26 с.

А.В. Лебедев, студ.,

А.В. Гордиенко, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ДОЗАТОР ВЯЗКИХ ПИЩЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ В РЫБНЫЕ КОНСЕРВЫ

Для дозирования вязких компонентов применяется в основном объем-ное дозирование. Величина дозы в этом случае регулируется размерами дозирующей камеры, в которую принудительно подается дозируемый материал, или количеством оборотов шнека, или изменением подачи материала другими питающими устройствами. Предлагается новая конструкция дозатора вязких компонентов (рис. 1).

Дозатор состоит из привода 1, бункера 2, в котором вращается вал 3 с лопатками 4 и шнеком 5 на конце вала. Шнек вращается в середине стакана 6 и опирается на опорную крестовину 7. На хвостовике шнека закреплен подрезной нож 8 передачи. Вся подающая система, жестко соединяется с корпусом 9 в центре, которого вращается ротор 10, который установлен на валу опоры 11. В цилиндрических мерных камерах 17 ротора установлены подвижные поршни 12, которые выполняют возвратно-поступательные движения в этих камерах.

Поршни 12 соединены с эксцентриковой направляющей системой 18. Эта система перемещается по направляющему копиру 19.

Движение по шнеку 3 передается от привода 1 через цепную передачу 20 и коническую пару 21, а на дозирующую систему движение передается цепной передачей 22. На валу опоры 11 с одной стороны установлен ротор, а с другой зубчатое колесо конической пары 23, которая с одной стороны передает движение на делительную звездочку 24, а с другой стороны на цепную передачу 13, соединенную с валом шнекового конвейера 14. Этот конвейер подает дозирующийся продукт в бункер 2. Тара 15 под продукт подается конвейером 16.

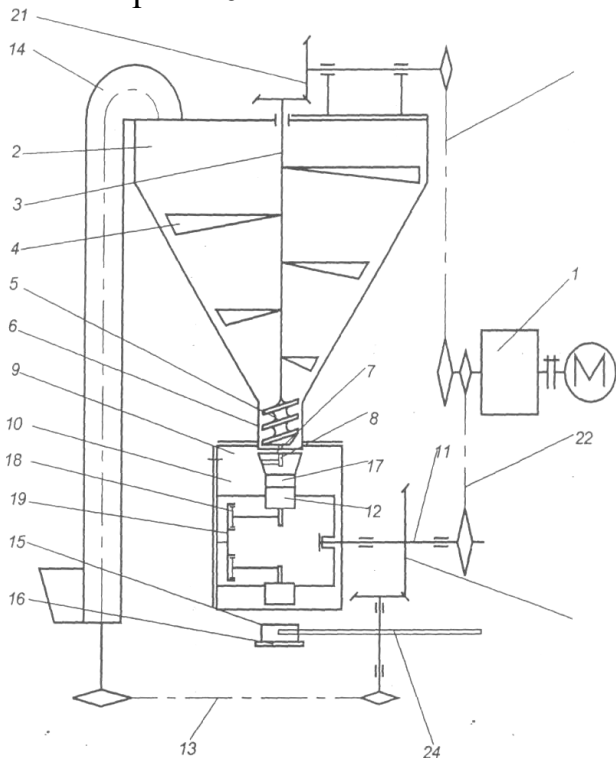


Рисунок 1 – Кинематическая схема дозатора

1- привод; 2- бункер; 3- вал шнека; 5- шнек; 6- стакан; 7- опорная крестовина; 8- подрезной нож; 9- корпус; 10- ротор; 11- опора ротора; 12- поршни; 14- шнековый конвейер; 15- приемная тара; 16- конвейер линии; 17- мерная камера; 18- эксцентриковая система; 19- копира; 21, 23- конические зубчатые пары; 24- делительная звездочка; 13, 20, 22- цепные передачи.

Дозатор работает следующим образом. Продукт загружается в бункер 2 вручную или при помощи шнекового конвейера 14. Вал 3, который приводится в движение от привода 1, при помощи лопаток 4 и шнека 5, размещенного в стакане 6, подает продукт через крестовину 7 в полость корпуса 9. При вращении ротора 10 мерные камеры 17, которые размещены в нем, периодически соединяются с полостью корпуса 9, в который подается постоянно продукт из бункера 2. За время прохождения мерной камеры 17 под полостью продукт нагнетается в эту камеру. Емкость камеры, а выходит, и величина дозы ограничивается положением поршня 12.

Вращение делительной звездочки 24 синхронизировано с вращением ротора 10, что даёт возможность подачи тары 15 с определенным шагом.

Изменение величины дозы материала осуществляется с помощью регулирования эксцентриковой системы 18.

Эксцентриковая система перемещается по копиру 19, который спроектирован, так что в верхнем положении, когда в мерную камеру ротора подается продукт, поршень через систему ролик-эксцентрик-кривошип занимает нижнее положение, которое обусловлено величиной эксцентриситета.

К месту разгрузки материала в тару 15 поршень за счет копира и

эксцентриковой системы перемещается в верхнее положение и тем самым выталкивает продукт в тару 15.

Для исключения спрессования материала в нижней полости бункера лопасти 4 закреплены в резиновых втулках-амортизаторах, что дает возможность при увеличении плотности материала поворачиваться и работать только на перемешивание. Кроме этого, для ускорения подачи материала в дозирующую камеру под крестовиной на валу шнека закреплен подрезной нож, который и отсекает своей ножевой стороной необходимую дозу.

Контур копира состоит из двух направляющих: внутренней а и внешней б.

После загрузки материала и начала вращения ротора ролик прикасается дуги кольца R1 внутренней направляющей копира на отрезке 1-2. На этом отрезке поршень остается неподвижным. При последующем вращении ротора перемещение поршня будет определяться формой криволинейного отрезка 2-3 и 3-В. После прохождения роликом точки В на него будет давить поверхность внешней направляющей на отрезке 6-7 и 7-8. Поскольку радиус отрезка дуги 8-9 равномерный, поршень не будет перемещаться, и будет находиться в начальном положении, а ролик будет прикасаться поверхности внешней направляющей.

А.М. Фролов, студ.,

А.В. Гордиенко, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ОБОРУДОВАНИИ С ГИБКИМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

Процесс резания можно оценить по режимам резания. Определяющими факторами будут время и качество реза.

Основными критериями процесса резания являются:

- отрезанная за единицу времени поверхность. Она зависит от подачи пильной рамы, от твердости пищевого продукта, от пилы в целом;
- стойкость пилы. Стойкость непосредственно зависит от износа, приработки полотна и режимов обработки;
- увод пилы. Один из наиболее важных параметров оценки ленточных пил.

Во время процесса резания в качестве "увода" пилы обозначается отклонение полотна пилы от заданных идеальных размеров плоскости резания и вызванное этим изменение размеров поверхности резания у отрезанного куска продукта;

- качество реза. Помимо вышеперечисленного качество реза обусловлено разводкой и шагом зубьев, что может быть отражено на поверхности резания в виде волнистости или следов вибрации.

В описании процесса резания можно выделить следующие 2 основных понятия:

- подача пилы, это величина перемещения пильной рамы, S , мм/мин.;

- скорость пилы, это скорость движения зубьев пилы в направлении главного движения, V м/мин.

Применение двух движений - главного прямолинейного (подача пилы) и вспомогательного вращательного (скорость пилы), обеспечивает нужную траекторию движения каждого зуба пилы. Для определения силы резания также важно знать толщину срезаемого одним зубом слоя разрезаемого материала.

На рис. 1 приведена кинематическая схема резания, которая иллюстрирует величину срезаемого слоя или величину подачи на один зуб пилы s_z .

Зная скорость движения пилы, V , подачу s и шаг зубьев, t , можно определить подачу на один зуб пилы, s_z :

$$s_z = t * s / V \quad (1)$$

где s - значение подачи пилы, мм/мин;

V - скорость движения пилы, /мин;

t - шаг зубьев, мм.

Система подачи пильной рамы также является важным фактором процесса резания, непосредственно влияющим на производительность при резании пищевых продуктов. На сегодняшний день в ленточнопильных станках применяют две системы подачи: постоянная скорость подачи; постоянное усилие подачи.

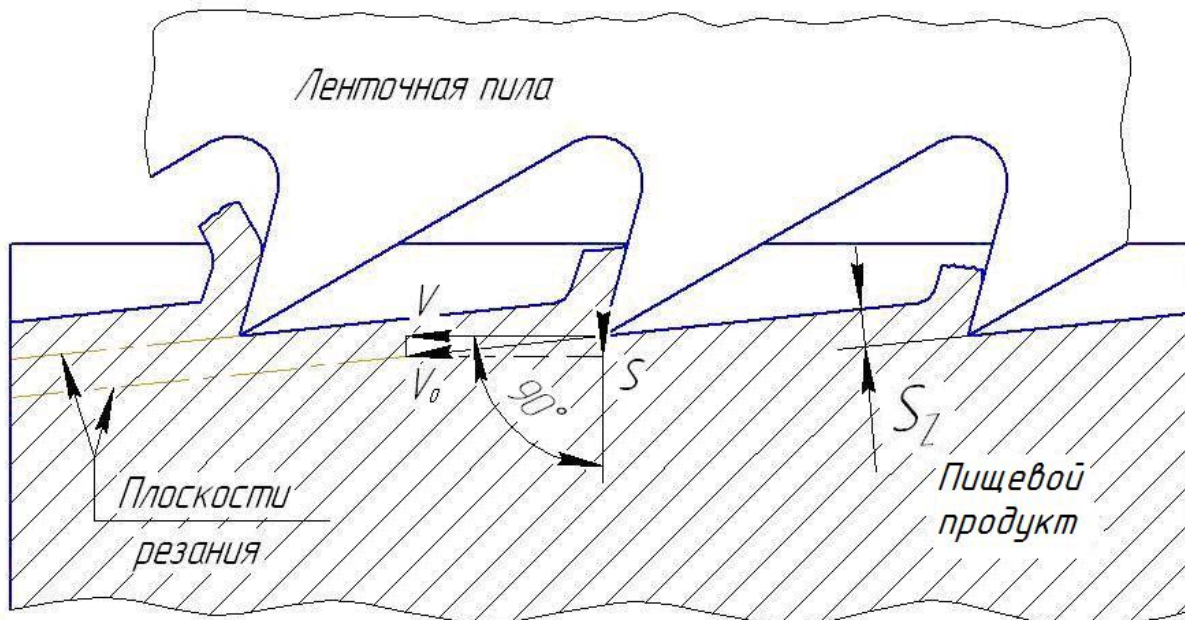


Рисунок 1 - Кинематическая схема резания

Усилие подачи зуба P_y при использовании системы с постоянной скоростью подачи является постоянным и не зависящим от профиля разрезаемого пищевого продукта. Нагрузка на каждый отдельный зуб также является постоянной. Усилие подачи по мере износа зубьев возрастает, и это

может привести к уводу пилы от плоскости резания (более 1 мм на 100 мм). В связи с этим при использовании таких систем важно применять ограничение усилия подачи для защиты пилы от перегрузок.

При использовании системы, где применяется постоянное усилие подачи пилы, усилие подачи на зуб P_y зависит от числа зубьев, находящихся в резании не является постоянным. Нагрузка на каждый отдельный зуб при этом также не будет постоянной.

Система подачи пилы с постоянной скоростью является более прогрессивной, поскольку она обеспечивает заданное время резания (по установленному режиму), однако наиболее эффективным является применение в пиле возможность настраивать как скорость, так и усилие подачи. Ленточная пила, которая использовалась при проведении экспериментов, имеет такую возможность.

При проведении исследовательских работ использовались сведения по режимам обработки различных пищевых продуктов, предлагаемые фирмами-поставщиками станочного оборудования. Результаты, полученные после аналитической обработки данных материалов, приведены на рис. 3.2. Рекомендуемые значения были проверены и подтверждены в условиях реального производства.

А.Г. Меняйло, студ.

Научный руководитель

Н.А. Миронова, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ИНФРАКРАСНАЯ СУШИЛКА КОНВЕЙЕРНОГО ТИПА

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований процесса тепловой обработки косточек плодов разработана конструкция конвейерной инфракрасной сушилки.

Задачей аппаратурного оформления процесса инфракрасной сушки плодовых косточек является интенсификация процесса и получение качественного продукта на выходе.

Предложенная конвейерная инфракрасная сушилка представлена на рис. 1 и состоит из следующих основных узлов: рамы, ленточных транспортеров, бункеров, нагревательных блоков с инфракрасными излучателями, приводов ленточных транспортеров, теплоизолирующего кожуха, сыпного лотка, пульта управления.

Сушилка представляет собой конструкцию, которая состоит из рамы несущей 1, на которой закреплен термозащитный кожух 2, формирующий камеру для осуществления процесса инфракрасной сушки 3. Ленточный транспортер 5 на каждом уровне имеет свой приводной вал 13, который кинематически связан с мотор-редуктором 14, натяжной вал 15. На ведущем

валу установлен мотор-редуктор, который состоит из червячно-цилиндрического редуктора и асинхронного электродвигателя с частотным преобразователем, предназначенный для регулирования и задания необходимой скорости движения ленты транспортера.

Рабочие органы - инфракрасные излучатели 7 представляют собой кварцевую трубку 18 диаметром 12 мм с функциональным керамическим покрытием 19, которое при нагреве излучает волны в диапазоне 1,5-3,0 мкм. Внутри кварцевых трубок 18 помещена нихромовая спираль накаливания 20 - резистор, подключенная к сетевому электропитанию.

Камера для осуществления процесса сушки плодовых косточек 3 оснащена вытяжными вентиляторами 9 для удаления выпариваемой влаги из продукта.

Для сбора высушенного продукта предусмотрен сыпной лоток 6.

Внутренняя поверхность сушильной камеры выполнена из нержавеющей стали, что позволяет обеспечивать максимальный коэффициент отражения.

Работа конвейерной инфракрасной сушилки осуществляется следующим образом. Плодовые косточки, предварительно очищенные от примесей, равномерным слоем поступают через бункер 10 на транспортерную ленту, при помощи которой осуществляется движение продукта вдоль сушильной камеры.

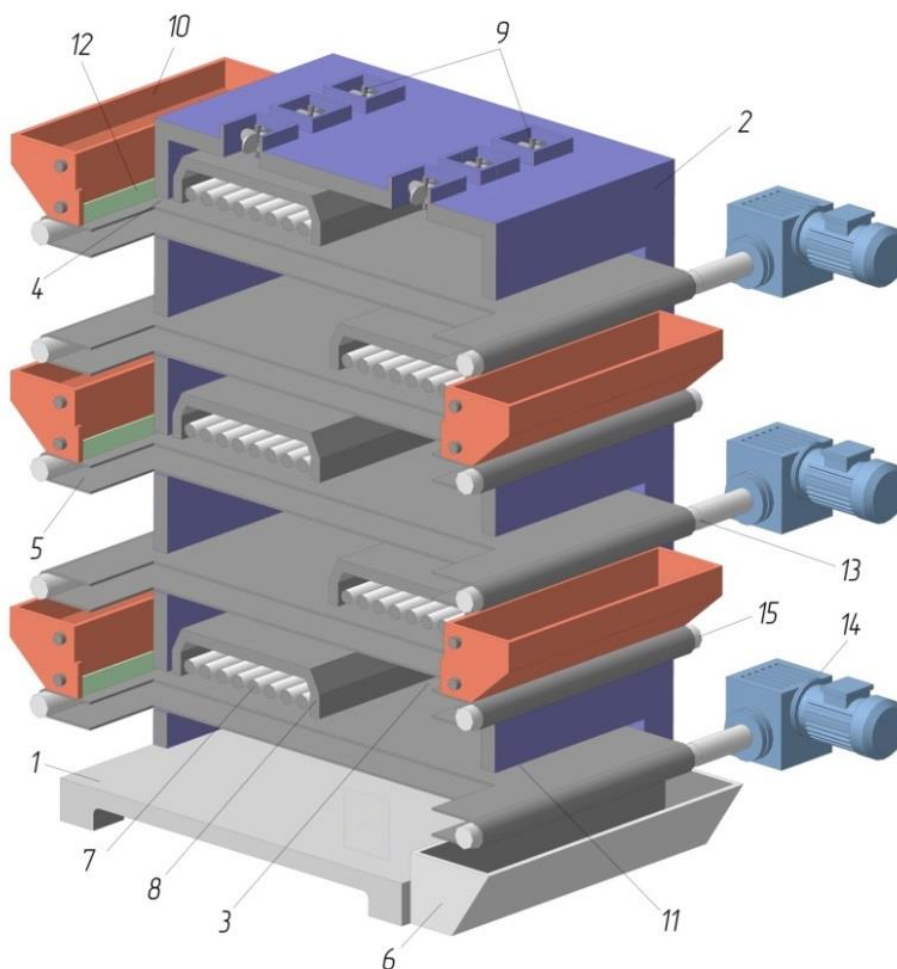


Рисунок 1 – Схема конвейерной инфракрасной сушилки

На каждом ярусе сушка плодовых косточек происходит в два периода: в первом периоде продукт подвергается воздействию инфракрасных излучателей, на втором – происходит «отлежка» косточек, после чего продукт перегружается через бункер 10 на нижний ярус, процесс повторяется. Время пребывания продукта в каждом периоде регулируется изменением скорости транспортной ленты. Степень воздействия инфракрасных излучателей на продукт регулируется путем изменения высоты их размещения относительно ленты транспортера, а также изменением их мощности в процессе тепловой обработки.

Высушенный продукт до заданной влажности ссыпается в разгрузочный лоток 10. Водяные пары, которые образуются при сушке косточек, удаляются вытяжными вентиляторами 9. Скорость транспортировки плодовых косточек и, соответственно, время их пребывания на каждом транспортере регулируется при помощи мотор-редуктора в пределах 13...25 мм/с.

Размещение бункеров перегрузки в шахматном порядке у торцов на выходе каждого яруса транспортера создает сквозную магистраль движения обрабатываемого продукта.

В бункерах перегрузки неизбежно происходит перемешивание нагретых на ярусе ленточного транспортера косточек и выравнивание температуры в объеме материала, что способствует изменению направления температурного градиента в середине, в результате чего влага перемещается из внутренних слоев к наружным, гравитационное пересыпание и дозированная подача на ленту транспортера нижерасположенного яруса.

При обработке расположенного на ленте транспортера слоя косточек высотой более 25 см не обеспечивается равномерность сушки на противоположных его поверхностях и снижается эффективность сушки в целом.

Представленная в работе конвейерная инфракрасная сушилка позволит эффективно осуществлять процесс равномерного извлечения влаги из плодовых косточек путем воздействия инфракрасного излучения.

Перспективами дальнейших исследований является математическое моделирование процесса сушки плодовых косточек в конвейерной инфракрасной сушилке при различных режимах инфракрасного излучения.

Список литературы

1. Филоненко Г.К. Сушка пищевых растительных материалов. – М: Пищевая пром-ть, 1971. – 440 с.
2. Филатов В. В. Исследования термической обработки капиллярно-пористых коллоидных материалов инфракрасным излучением / Хранение и переработка сельхозсырья: теорет. журн.- М, 2010. № 5. - С.16-23.
3. Евсева С.С. Определение параметров плодоовощных сырьевых материалов для рациональной организации экстракции природных красителей / С.С. Евсева, Е.В. Андреева, А.Х. Нугманов, И.Ю. Алексанян // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2020. – № 3. – С. 150-159.

Е.В. Бородина, ст. преподаватель,

Е.Р. Ткачева, студ. 4-го курса,

И.А. Тупикина студ. 4-го курса

ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. В. Даля»

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МЯСА В УСЛОВИЯХ «ООО ЛУГАНСКИЕ ДЕЛИКАТЕСЫ»

В куттерах фарш измельчается многоножовыми куттерными головками. Известно, что качество фарша зависит от: степени заострения ножей, зазора между ножами и чашей куттера, коэффициента загрузки чаши, количества добавленной в чашу воды, степени измельчения фарша при предварительной обработке, количества оборотов куттерной головки, числа оборотов чаши, количества ножей в куттерной головке. Также известно, что качество фарша, длительность измельчения и энергопотребление весьма существенно зависят от конструкции самих ножей, а именно от таких конструктивных особенностей: толщина лезвия ножа, чистота поверхности ножа, вид режущей кромки и их количество, площадь боковой поверхности ножа.

Условия деформации мясного сырья, соответствуют необходимому качеству измельчения, определяют требования к конструктивным и геометрическим параметрам режущего инструмента. Известно, что на эффективность резки влияет его кинематика, определяемая скоростями движения точек лезвия. Деформация мяса при резке зависит от угла заострения режущей части инструмента, от кинематических и динамических характеристик системы машина-инструмент-материал, влияющие на эффективность измельчения, поскольку они обуславливают затраты энергии на трение и пластические деформации.

Для теоретического исследования процесса измельчения использованы ножи с формой лезвия выполненной по спирали Архимеда, логарифмической спирали и эвольвенте круга. Площадь боковой поверхности ножей уменьшено.

Режущие рабочие органы имеют серповидную форму в виде спирали Архимеда, логарифмической спирали или эвольвенте круга с режущей кромкой, заостренной под углом 16° . На боковой поверхности ножа выполнено профильное отверстие (Рис. 1)

Согласно данным, полученным благодаря исследованиям, логарифмическая спираль имеет наибольшую длину режущей кромки, далее за ней идут Эвольвента и спираль Архимеда. В соответствии с этим и распределение нагрузок по режущей кромке аналогичен, то есть наибольшие силовые факторы возникают на поверхностях ножа с лезвием в форме логарифмической спирали, а самые маленькие - с лезвием в форме спирали Архимеда. Распределение силовых факторов по эвольвенту занимает среднее место на указанных графиках.

Таким образом, с точки зрения энергосбережения ответ однозначен. Крупнейшее энергопотребление будет у куттера с рабочими органами, режущая кромка которых выполнена по логарифмической спирали; несколько меньше

для куттера с эвольвентными рабочими органами; меньше всего для измельчителя с ножами, режущая кромка которых выполнена по спирали Архимеда.

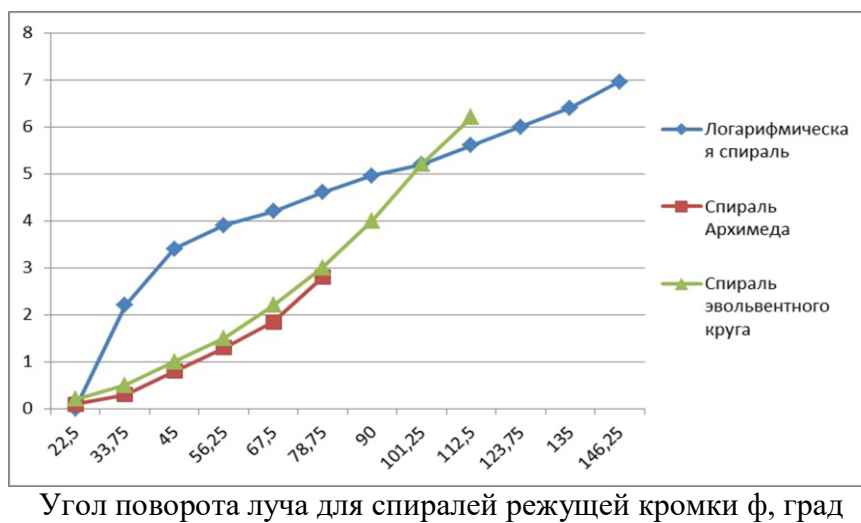


Рисунок 1 - Распределение усилия резания по длине режущей кромки, построенной по спирали Архимеда

На основе исследования и анализа распределения силовых факторов поверхности ножа установлено, что наименьшие силы резания возникают на поверхностях рабочих органов с лезвием, выполненным по спирали Архимеда. Соответственно для ножей с лезвием в форме 98 эвольвенты и логарифмической спирали эти силы возрастают.

При этом растет и энергопотребление измельчителя. Со стороны качества измельчения на основе проведенных исследований наблюдалась противоположная картина. Итак, для обеспечения оптимальной качественности измельчения и невысокого энергопотребления рекомендуется использовать ножи с лезвием, которое выполнено сочетанием двух и более математических кривых или же постоянно подбирать и заменять ножи в соответствии с состава измельчаемого сырья.

А.А. Мезенов, к.т.н., доцент,

Н.А. Терещенко, студ. магистрант

ФГБОУ ВО «Новосибирский Государственный Аграрный Университет»

АНАЛИЗ МАЛОГАБАРИТНЫХ ФАРШЕСМЕСИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Наряду с измельчением в колбасном и мясоконсервном производствах производят перемешивание мясного сырья с ингредиентами рецептур. Перемешиванием называется процесс получения однородных систем. Потребность в этой операции может возникать при смешивании различных компонентов продукции; для вымешивания продукции до нужной консистенции; в процессе приготовления эмульсий и растворов; для обеспечения однородного состава продукции в течение определенного времени.

На сегодняшний день на рынке присутствуют следующие фаршемесительные машины:



Рисунок 1 – Малогабаритные фаршемесительные машины

а- электрическая фаршемешалка FIMAR 30C1P 380В предназначена для перемешивания различных видов фарша до однородной консистенции. Напряжение 380 В, мощность, кВт 0.75, количество месильных органов 1, макс. загрузка дежи, кг 30, страна производства Италия.

б- фаршемешалка электрическая AIRHOT MME-11 - устройство для перемешивания до однородного состояния мясных, рыбных фаршей, овощных смесей или густого теста. Вместимость - 11 литров, мощность - 0,3 кВт, напряжение - 220 В, страна производства Китай.

в- фаршемешалка Kosateq FME40T применяется для перемешивания измельченного мяса или рыбы в однородную смесь. Вместимость – 40 литров, ручная, страна производства Южная Корея.

г- фаршемешалка Dili применяется для перемешивания измельченного мяса. Вместимость – 16 литров, напряжение 220 В, страна производства Китай.

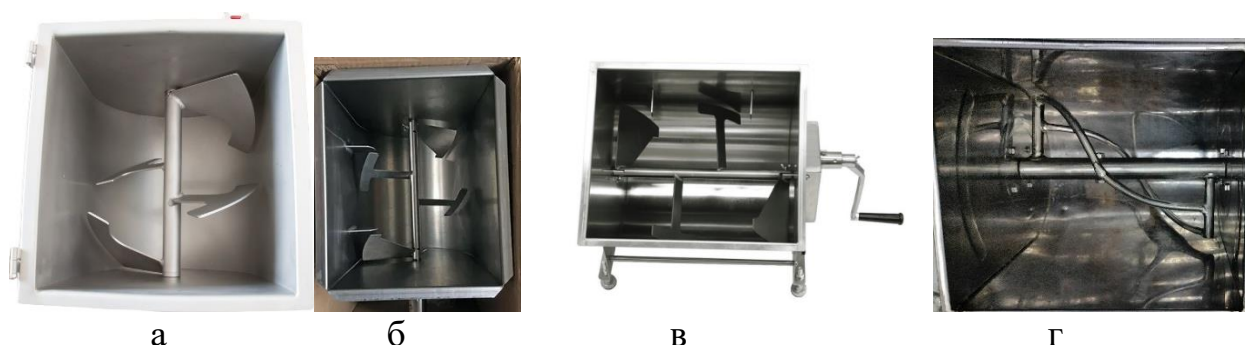


Рисунок 2 – Рабочие органы представленных фаршемешалок

Мешалки а, б, в - имеют косопоставленную литую лопасть, снабженную втулкой, смонтированной на валу.

Мешалка, представленная на рисунке г, отличается тем, что имеет круглую спиральную лопасть.

Проведенный эксперимент на фаршемешалки Dili с круглой спиральной мешалкой выявил: неравномерное смешивание ингредиентов по всей его массе, т.е. остаются зоны неперемешанного фарша, а также что при изменяющимся

коэффициенте загрузки качество смешивания ухудшается, а время смешивания увеличивается. Результаты экспериментов представлено на рисунке 3.

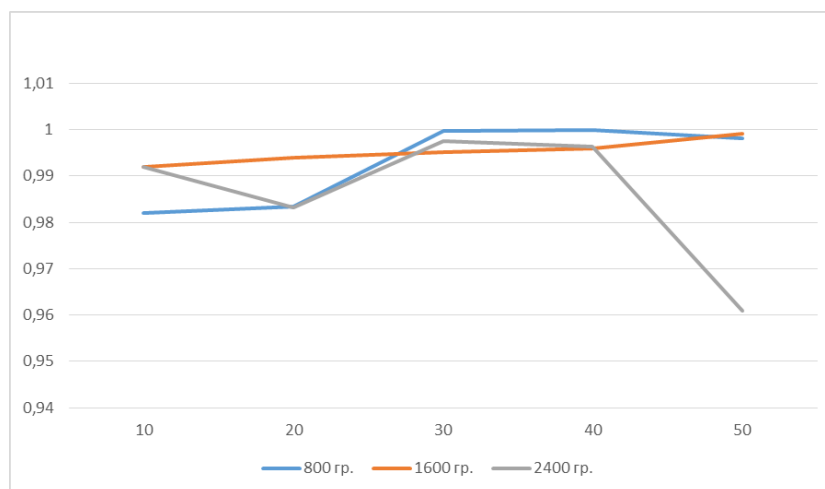


Рисунок 3 – График зависимости коэффициента однородности смеси от продолжительности смешивания

Анализируя график можно сделать вывод: при изменении загрузки увеличивается время смешивания, однородность смеси ухудшается.

Недостатки круглой спиральной лопасти устраняются за счет доработки-установки насадок на спиральные лопасти смесителя.

А.А. Мезенов, к.т.н., доцент,

К.В. Евсюкова, магистрант 2-го курса

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ОБЪЕМЕ СУШИЛЬНОЙ ИНФРАКРАСНОЙ КАМЕРЫ

Сушка – это сложный технологический тепло-массообменный процесс, который при переработки сельскохозяйственной продукции должен обеспечить не только сохранение ряда нативных (от лат. *nativus* — врождённый) свойств материала, но и улучшение этих свойств.

Имеется широкий ассортимент сельскохозяйственных продуктов подвергающихся технологической операции – сушки: мясо, рыба, овощи, фрукты, зелень, грибы, ягоды и др. Привело к появлению большого разнообразия конструкций сушильных установок: шкафные многоярусные, карусельные, туннельные, конвейерные, шахтные.

Из такого большого выбора сушилок наибольшее распространение получили шкафные многоярусные инфракрасные сушилки (рисунок 1), которые используются для сушки овощей, мясных продуктов и макаронных изделий.

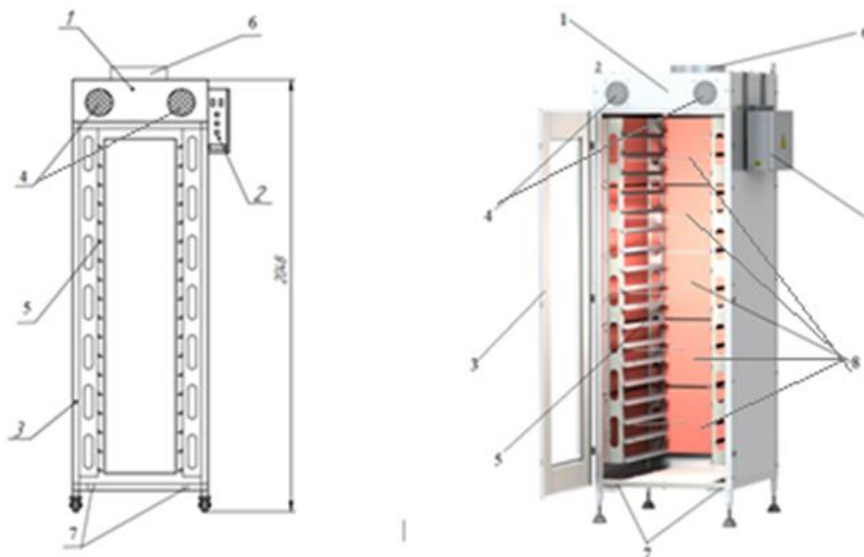


Рисунок 1 - Лабораторная установка

1 – универсальная электрическая инфракрасная шкафная многоярусная сушилка;
2 – блок управления; 3 – дверь; 4 – вентилятор; 5 – рельсы; 6 – верхняя заслонка; 7 – нижние заслонки; 8 – инфракрасные излучатели

Главным недостатком инфракрасных сушилок является – неравномерность сушки.

Неравномерность сушки по высоте многоярусного устройства объясняется более интенсивным тепловым воздействием на сырье на верхних ярусах, так как к тепловому потоку излучения источников добавляется теплотас нижней части камеры, поднимающегося в устройстве снизу-вверх и нагревающегося от сырья и элементов конструкции внутреннего объема устройства. При проведении экспериментов продукт, расположенный на верхних лотках, теряет влагу быстрее, чем продукт, который расположен на нижних лотках, в следствии чего требуется изучить температурное поле шкафа инфракрасной сушилки.

Для этого дополнительно устанавливаются в лабораторную установку (рисунок 1), 14 датчиков температуры VM1707, которые размещаются по всему объему сушилки (рисунок 2).

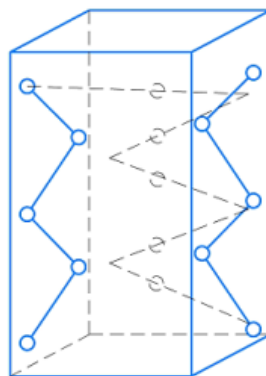


Рисунок 2 - Размещение датчиков VM1707 в сушилке

Методика эксперимента состоит в следующем:

Экспериментальный продукт в количестве 1 кг нарезаем на слайсере и выкладываем в емкость, добавляем 18 грамм соли и 10 грамм специй. После добавления всех специй маринуем 24 часа. Спустя 24 часа равномерно выкладываем экспериментальный продукт на лотки и помещаем в сушильный шкаф.

В программе управления инфракрасной сушилки устанавливается минимальная и максимальная температура 70 и 71°C соответственно. Вентиляторы выключены, заслонки закрыты. В процессе сушки осуществлялся контроль температуры в сушильной камере, при помощи датчиков температуры VM1707 (рисунок 2).

Сушка проводится до тех пор, пока масса продукта не потеряет 60%. Каждые 15 минут производили замер температуры внутри камеры масса продукта.

После выемки курицы был произведен анализ готового продукта.

Составлена диаграмма по изменению температуры по всему объему сушилки, по которой можно сделать вывод.

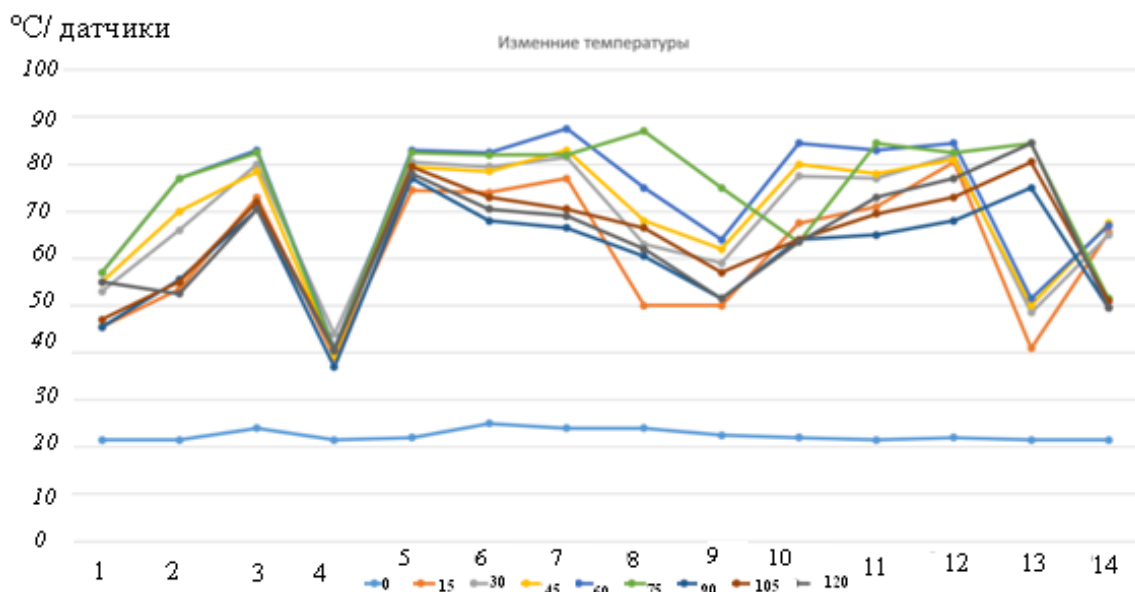


Рисунок 3 - Изменение температуры внутри камеры

Вывод. Анализируя рисунок 3 видно, что температура внутри камеры распределяется неравномерно. Датчики 4,9,13 установлены вдоль двери на разных высотах и показывают резкое снижение температуры, вследствие неравномерности распределения воздуха. Ставлящую задачу равномерно распределять воздух внутри шкафа.

А.С. Немчанина, студ. магистрант 1 курса,

А.А. Мезенов, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ СЫРА

Производство сыра в России является важной отраслью пищевой промышленности.

Один из ключевых аспектов производства сыра в России - использование местных сырьевых ресурсов. Оно способствует получению уникального, характерного для России вкуса и аромата сыров.

В целом, производство сыра в России имеет свои особенности и преимущества, и оно продолжает развиваться и привлекать новых производителей на рынок. Сыры российского производства приобретают популярность как на внутреннем, так и на международных рынках, и это подтверждает потенциал отрасли и ее рост в будущем.

Прессование – один из важнейших технологических процессов производства сыра, обеспечивающий получение продукта с заданными свойствами и товарным видом. Прессование сыра проводят с целью уплотнения сырной массы, удаления остатков свободной сыворотки и образования замкнутого и прочного поверхностного слоя.

Процесс может осуществляться под действием собственного веса, то есть выдержки сырной массы в формах без нагрузки — самопрессования и внешнего давления.

Более быстрому и полному уплотнению продукта способствует принудительное прессование сыра под давлением. Продолжительность прессования продолжается от 2 до 14–16 ч, при этом продолжительность прессования и величина давления зависят от вида сыра. Большинство твердых сыров прессуют под давлением от 0,1 до 0,5 МПа или 1–5 кгс на 1 см² площади поверхности сыра (площади сечения головки). Для прессования сыров могут применяться пневматические, гидравлические, рычажно-винтовые или пружинно-винтовые прессы. Вначале прессования давление должно быть небольшим, а затем его нужно постепенно увеличивать до максимума, продолжительность плавного повышения давления составляет 15–20 мин. Сыры с плотной структурой прессуют под большими давлениями. Так, чеддер прессуют под нагрузкой 84 кПа, швейцарский сыр — 64 кПа, голландский брусковый, костромской — 35–40 кПа, угличский — 24–28 кПа. Давление постепенно увеличивают. Чем больше влаги в сыре, тем ниже должно быть давление в начале прессования. Для сыров типа голландского рекомендуемая продолжительность стадии плавного повышения давления составляет от 15 до 20 мин.

При использовании прессы с ручным управлением оператор ставит формы с сырным зерном на подставку, задает давление, засекает время и идет выполнять другую операцию. Гарантии, что оператор выставил точное давление и выключит подачу давления через необходимое время – нет. Ведь

для каждого вида сыра необходимо свое давление и время прессования. В таблице представлены параметры необходимы для прессования сырной массы.

Ошибки оператора влекут за собой нарушение технологии производства. Это сказывается на внешнем виде сыра, его вкусовых качествах и дальнейшем созревании. Ухудшении качества продукта ведет к потере лояльности клиентов и снижению продаж. И такие ошибки не отследить. Но их можно предотвратить с помощью автоматизации процесса прессования.

Таблица – Параметры прессования различных видов сыров

Сыр	При расчетах давления			Площадь плоскости сыра, см ²	Давление на сыр, Н	Усилие, оказываемое на один сыр при максимальной прессуемой нагрузке		Давление		Продолжительность прессования, ч	Температура помещения, °С
	Средняя масса сыра, кг	Максимальная прессуемая нагрузка на кг сыра				кг	Н	кПа	В пневмоцилиндрах пресса, кг		
		кг	Н								
Советский	14,0	40	3,9 • 10 ²	931.0	0,0931	560	5,5 • 10 ²	60	5,0	4,0...6,0	18.. 20
Голландский круглый	2.5	40	3,9 • 10 ²	154.0	0,0154	100	1,0 • 10 ²	65	1,0	1,5...2,0	16 ..18
Эстонский	2.5	40	3,9 • 10 ²	64.0	0,0064	100	1,0 • 10 ²	156	1,0	1,0.. 1,5	16...18
Российский малый	8.0	40	3,9 • 10 ²	572.0	0,0572	320	3,1 • 10 ²	55	2,5	5,0...8,0	16...18
Чеддер большой (блок)	19.0	40	3,9 • 10 ²	1008.0	0,1008	760	7,5 • 10 ²	75	7,0	12,0...16,0	18...20

Просто автоматизировать процесс не подходит так как обезвоживание сырной массы при прессовании сыра включает два накладываемых друг на друга процесса: гидромеханический процесс фильтрационной консолидации и физико-химический процесс синергетической консолидации, причем последний затухает медленнее первого. При прессующих нагрузках, применяемых в сыроделии, конечная влажность отпрессованного сыра зависит в основном от синергетических свойств сырного зерна, а не от величины давления прессования. Поэтому перед сыроделами встает вопрос об автоматизации не только прессования, а еще определения давления и времени технологического процесса.

Для обеспечения требуемого режима прессования идеально подходит датчик с автоматическим управлением, звуковым сигналом готовности и соответствующей программой. Например, ступенчатая программа позволит настроить пошаговое увеличение давления с четко прописанным временем нахождения сыра под давлением.

Процесс прессования сырной массы может быть смоделирован и изменен за счет применения датчиков с машинным зрением и управляться с помощью нейронной сети, которая будет отслеживать реологические свойства и формирование структуры продукта.

Е.А. Соловьева, к.т.н., доцент,

К.Н. Вишкин, студ. 1-го курса

Башикирский институт технологий и управления (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)»

ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Введение.

Холодильники - это сооружения, предназначенные для охлаждения, замораживания и хранения скоропортящихся продуктов. В помещениях (камерах) холодильника поддерживаются постоянные довольно низкие температуры (+12 - 40° С) при большой относительной влажности (85-95%). К помещениям холодильника предъявляются повышенные санитарные требования.

Основная часть.

По виду конструкции все холодильные камеры специалисты делят на два типа: стационарные и сборно-разборные.

Стационарные. Закладываются в перечень поставляемого для магазина оборудования либо в период проектирования, либо в период реконструкции. При кажущейся сложности, стационарные камеры, изначально запроектированные квалифицированными проектировщиками с учётом всех особенностей эксплуатации, дают экономию по стоимости, времени монтажа, занимаемой площади порядка 20-30% относительно стоимости сборно-щитовых камер. Собственно, холодильный агрегат для стационарной камеры дешевле, чем для сборно-разборной, так как имеется возможность подключения к центральной станции холодоснабжения или объединения нескольких камер с подключением к одному источнику холода. Сборно-разборные камеры. Их успех обусловлен преимуществом перед камерами стационарными тем, что из стандартных панелей можно быстро собрать камеру соответствующего размера, установить ее практически в любом месте помещения магазина. Основной компонент любой сборно-разборной камеры - агрегат (холодильная машина), который представляет собой моноблок или Сплит-систему (автономный агрегат).

Продукты складываются в камерах хранения холодильников при различных температурах.

Молочные продукты подвержены воздействию различных бактерий. В связи с этим многие из них имеют небольшой срок хранения. Качество продукции напрямую зависит от тщательного соблюдения условий хранения. Пастеризованное молоко, как и сливочное масло, хранится при температуре +6°С. Для обеспечения длительной сохранности масла, используют метод глубокой заморозки (-10..- 12°С). Для упакованной кисломолочной продукции (ряженка, кефир, йогурт, сметана и т.д.) максимальный термин сохранности

обеспечивает температурный диапазон $+2..+6^{\circ}\text{C}$. Холодильная камера для молочной продукции должна постоянно поддерживать довольно высокий уровень влажности воздуха. Это еще один немаловажный фактор, обеспечивающий сохранность продукции. Оптимальная влажность воздуха, которая должна быть в холодильной камере – 85-90%.

Охлаждённая рыба может храниться максимум 10 дней при температуре не выше $+3^{\circ}\text{C}$. При этом должны быть соблюдены определённые условия хранения: в пенопластовом контейнере, помимо рыбы, должен быть чешуйчатый лёд. Согласно государственным стандартам, мороженая же рыба может храниться от 3 до 24 месяцев при температурах не менее чем -18°C . В большинстве холодильных аппаратов замороженная рыба хранится в температурном режиме от -18°C до -20°C . В меньшинстве находятся холодильные камеры, поддерживающие температурный режим от -23°C до -30°C . Из исследований известно, что продолжительность хранения рыбы при -18°C в полтора раза меньше, чем при хранении при -30°C . Подобный разрыв можно компенсировать с помощью вакуумных упаковок, глазирования и использования инертных газов в камерах (инертные газы вытесняют кислород из морозильных камер, за счёт чего приостанавливаются процессы окисления белков и жиров в пищевых волокнах рыбы).

Мясо и мясопродукты замораживают в воздушной среде, в растворах солей, в кипящих хладагентах, при контакте с охлаждаемыми металлическими пластинами морозильных аппаратов. Различают два способа замораживания мяса на воздухе: однофазный и двухфазный. Однофазный способ заключается в том, что замораживают сразу парное мясо. Двухфазный способ состоит в том, что парное мясо предварительно охлаждают до температуры не выше $+4^{\circ}\text{C}$, а уже охлажденное мясо замораживают до температуры -8°C и ниже. Замораживание мяса крупного рогатого скота, свинины и баранины чаще всего проводят по двухфазному способу.

Замораживание мяса осуществляют в морозильных камерах или туннелях в подвешенном к подвесным путям состоянии. При подвешивании наиболее толстые части мяса (бедр) располагают вверху, в зоне максимального обдува охлажденным воздухом. Перемещение замораживаемых туш осуществляется вручную или конвейерами.

Хранение замороженного и подмороженного мяса. Мороженое мясо, прошедшее холодильную обработку однофазным или двухфазным способами, закладывается на хранение, если температура в толще бедра не выше -8°C , а на поверхности близка к температуре камеры хранения. Продолжительность хранения мяса зависит от его вида, температуры и наличия упаковки.

Заключение

Пищевая промышленность и торговля пищевыми продуктами - одни из основных потребителей холодильного оборудования и систем холодоснабжения. Именно от эффективной и безотказной работы холодильного оборудования зависит успех того или иного производственного или торгового предприятия. Сегодня совершенствуются и создаются новые технологии холодильной обработки и хранения совместно с другими методами

консервирования, позволяющими минимизировать изменения свойств и потери массы продуктов.

С.В. Громов, к.т.н., доцент,

В.А. Мурулин, студ. 2-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

МОДЕРНИЗАЦИЯ ДИСКОВОГО НОЖА ОВОЩЕРЕЗКИ МРО-350

Аналитический обзор овощерезок показал, что они имеют недостатки, чаще всего это: низкое качество нарезки овощей, высокое энергопотребление, низкая производительность.

С целью усовершенствования овощерезки МРО-350 была проведена модернизация дискового ножа.

Овощерезка МРО-350 предназначена для нарезки сырых и вареных овощей на части различной геометрической формы.

На рисунке 1 показана овощерезка МРО-350. Машина состоит из корпуса с вмонтированными в него электродвигателем и вертикальным проводным валом. Вращение вала передается при помощи шкивов и клиновых ремней. В корпусе выполнена рабочая камера в виде цилиндрической части для сменных рабочих органов и наклонный канал для отвода нарезанного продукта.

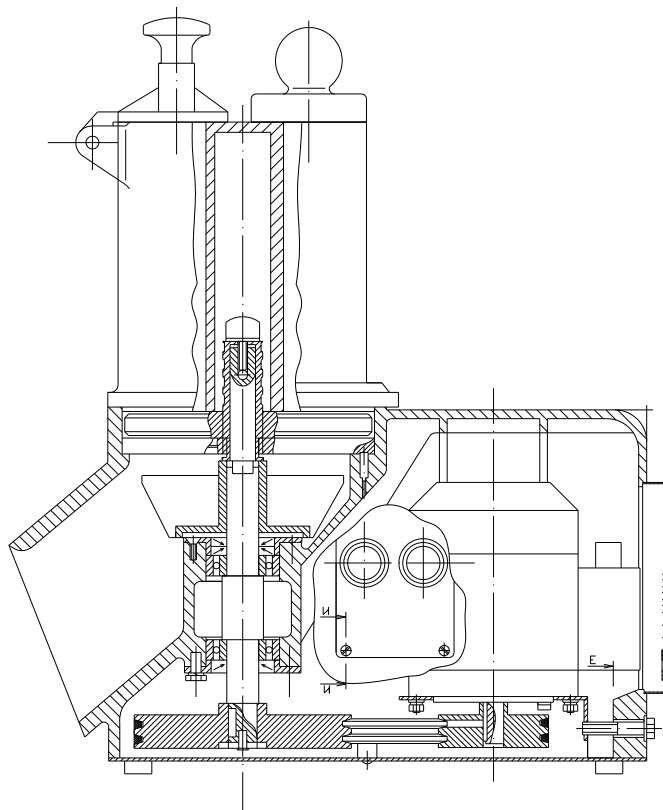


Рисунок 1 – Овощерезка МРО-350

В корпусе для загрузки продуктов выполнены три отверстия: одно-

серповидное и два цилиндрических. Принцип нарезки продуктов заключается в следующем: продукт загружается в одно из круглых загрузочных отверстий ручного приспособления и толкателем прижимается к вращающемуся диску с ножами. Ножи врезаются в продукт и отрезают последовательно слой в виде кружочков, ломтиков, колец.

Для улучшения качества нарезки овощей предлагается в дисковом ноже овощерезки заменить криволинейные ножи на дельтовидные.

На рисунке 2 показан дисковый нож для нарезки продуктов ломтиками до модернизации и после модернизации.

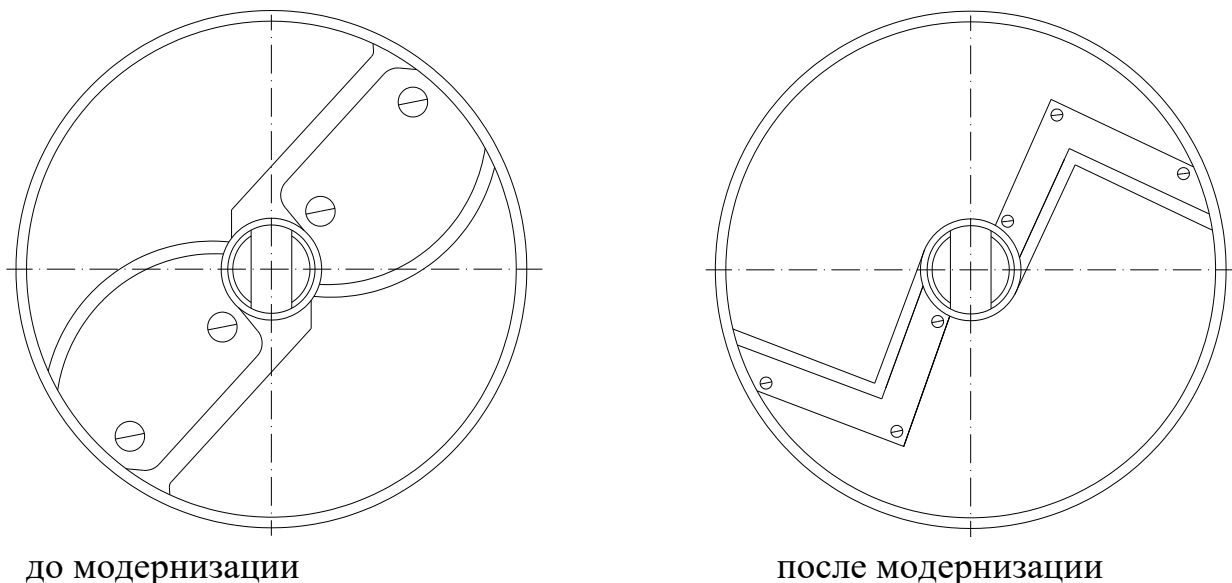


Рисунок 2 – Дисковый нож овощерезки МРО-350 для нарезки продуктов ломтиками

Аналитическим путем было определено, что режущая кромка криволинейного ножа имеет коэффициент скольжения $K_{\beta}=2,23$, а режущая кромка дельтовидного ножа имеет коэффициент скольжения $K_{\beta}=3,48$.

Существует зависимость сопротивления перерезанию продукта от коэффициента скольжения ножа: при скользящем резании с увеличением коэффициента скольжения суммарная сила сопротивления резанию и её нормальная составляющая уменьшаются, то есть при увеличении коэффициента скольжения сопротивление перерезанию волокон и стенок клеток продукта уменьшается. Это означает, что дельтовидный нож будет работать с меньшей нагрузкой. За счет этого мы можем установить двигатель меньшей мощности: двигатель мощностью 0,37 кВт заменяем на двигатель мощностью 0,25 кВт. Этим снижаются энергозатраты на нарезку продукта.

Вывод: дельтовидная форма ножа обеспечивает постоянную величину коэффициента скольжения по всей длине разворота ножа, позволяет осуществить качественное измельчение продукта и даёт одинаковую чистоту поверхности среза продукта. Это происходит за счет того, что продукт режется сразу с двух сторон, и при этом продукт фиксируется в одном положении.

Е.С. Дмитриева, студ. 1 курса магистратуры,

Научный руководитель

И.С. Севаторова, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Сегодня производство полуфабрикатов является одним из самых рентабельных направлений для бизнеса в области пищевой промышленности. Ритм жизни стремительно растет, и у людей все меньше времени остается на приготовление пищи. Поэтому полуфабрикаты стали неотъемлемой частью питания городских жителей. Полуготовые продукты позволяют разнообразить повседневный рацион и тратить меньше времени у плиты для достижения желаемых результатов — вкусных завтраков, обедов и ужинов.

Из самого названия изделий становится понятно, что говорится об уже почти приготовленных продуктах, остается всего лишь их сварить или обжарить. Наверное, именно из-за удобства и доступности такие виды изделий пользуются большим спросом. Полуфабрикаты могут быть как мясными или рыбными, так и овощными или молочными. Они делятся на несколько основных категорий:

- **Натуральные** – по сути, это разделанные на куски определенной величины мясо, рыба или птица. Это могут быть как стейки и лангеты, так и шашлыки или поджарки. Сюда также можно отнести и мясокостные изделия.

- **Рубленые** – к этой категории относятся такие изделия, как котлеты, шницель, всевозможные формы палочек с использованием разнообразных специй и добавок.

- **Различный фарш** – чаще всего изготавливается фарш из свинины или говядины. Данный тип товара более широк в потреблении, чем изделия из птицы. В ассортименте можно также найти бараний, домашний и мясорастительный фарш.

- **Полуфабрикаты в тесте** – пользуются большим спросом во всем мире. Их разновидность растет с каждым годом, но классические рецепты всегда занимают первые места на рынке. Начинки изготавливаются при помощи специального оборудования для производства полуфабрикатов, они бывают как мясные, так и овощные или молочные.

Технология производства

Чтобы ваш бизнес процветал и приносил немалый доход, нужно быть хорошо осведомленным в технологии производства полуфабрикатов. Сам по себе процесс несложный и предполагает несколько этапов:

1. **Приготовление сырья** – обычно мясные продукты поступают в цех в замороженных блоках, после чего мясо проходит через процесс измельчения в специальных машинах. Иногда для изготовления фарша используется мясо механической обвалки, которая готовится на определенном оборудовании.

Субпродукты сортируются по отдельности. Важно: уже размороженные продукты не замораживаются заново, это испортит качество продукции, и дальнейшие действия не смогут вернуть ей первоначальную консистенцию и пользу.

2. Обработка через волчок – подготовленное сырье измельчается через волчок или, в отдельных случаях, через куттер. После в фаршемес кладут заранее подготовленные ингредиенты и равномерно перемешивают все до получения нужной консистенции. Для приготовления изделий из сортов другого мяса, например, птицы, используют специальное оборудование для полуфабрикатов, которое автоматически отделяет нужное количество сырья и потом тщательно его обрабатывает.

3. Приготовление теста – в зависимости от того, что вы хотите производить (пельмени, хинкали, равиоли, гёдза), зависит и рецептура теста. Для приготовления стандартного теста для пельменей, например, вносят все предварительно подготовленные компоненты в тестомес и замешивают минут 15-25. Перед тем, как отправить тесто в специальное пельменное оборудование, его выдерживают до созревания минут 45-60..

4. Формировка и заморозка – готовый фарш погружается в соответствующее оборудование для полуфабрикатов, в котором формируются мясные изделия или изделия в тесте по заданной форме и определенного веса. Далее продукты могут поступать на панировку. В итоге готовые полуфабрикаты отправляются на заморозку, продолжительность процесса зависит от типа изделия. Самой эффективной считается шоковая заморозка, именно такой способ сохраняет сочный вкус и всю пользу продукта.

5. Упаковывание – готовые полуфабрикаты на финальном этапе проходят упаковку в картонные коробки или пакеты из полимерных пленок. После того, как все изделия упакованы и проверены на прочность, их помещают в холодильные камеры с низкой температурой и отвозят в назначенные точки сбыта.

Оборудование для полуфабрикатов

Существуют два типа оборудования для производства полуфабрикатов: универсальное и специальное.

К универсальному типу относятся основные установки, а именно:

- Холодильные устройства
- Точильное оборудование
- Электрические сковородки
- Слайсеры
- Упаковочные аппараты
- Электропилы
- Весы

Также в эту категорию может входить и оборудование для приготовления определенных типов изделий, такое как формовочные и раскаточные аппараты.

К специальным типам относятся: волчок, фаршемес, оборудование для производства фрикаделек, тестомес и пельменное оборудование.

О.Е. Кириченко, ассистент,

В.В. Шам, студ. 3-го курса,

В.И. Полещук, студ. 2-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДУШНОГО ТЕПЛООВОГО НАСОСА В ПРОЦЕССЕ ПАСТЕРИЗАЦИИ

На сегодня для пастеризации используются установки, в которых высокотемпературным теплоносителем является горячая вода или пар, характеризующиеся значительными энергозатратами на единицу продукции. С целью снижения энергозатрат в процессе пастеризации была разработана новая конструкция пастеризационной установки с использованием низкопотенциальной теплоты окружающего воздуха. Потенциал теплоты воздуха в данной установке повышается с помощью воздушного теплового насоса (ВТН).

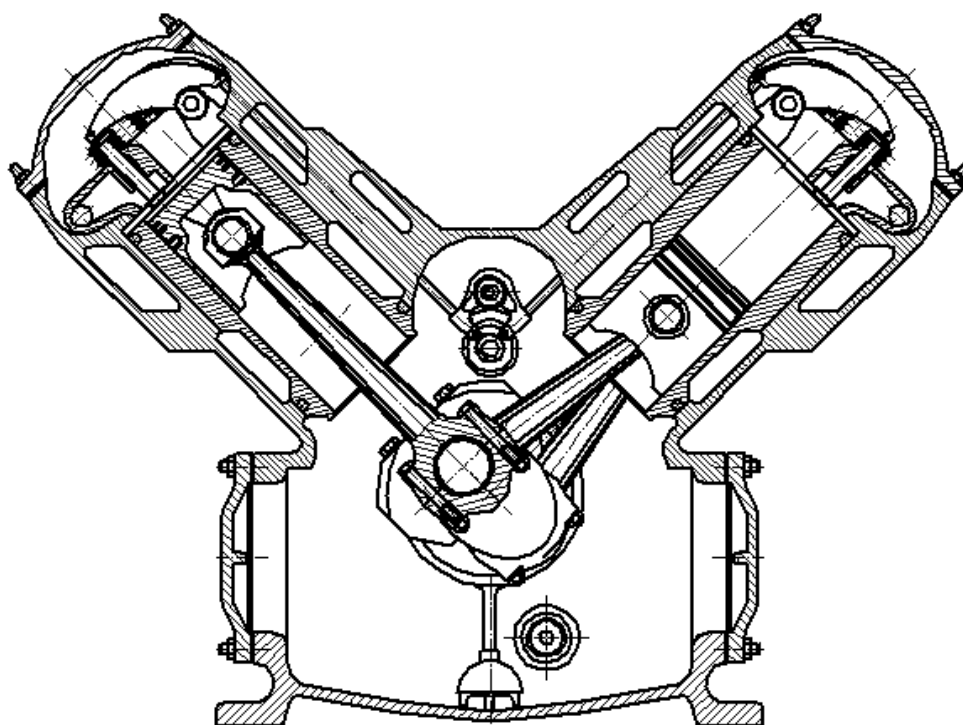
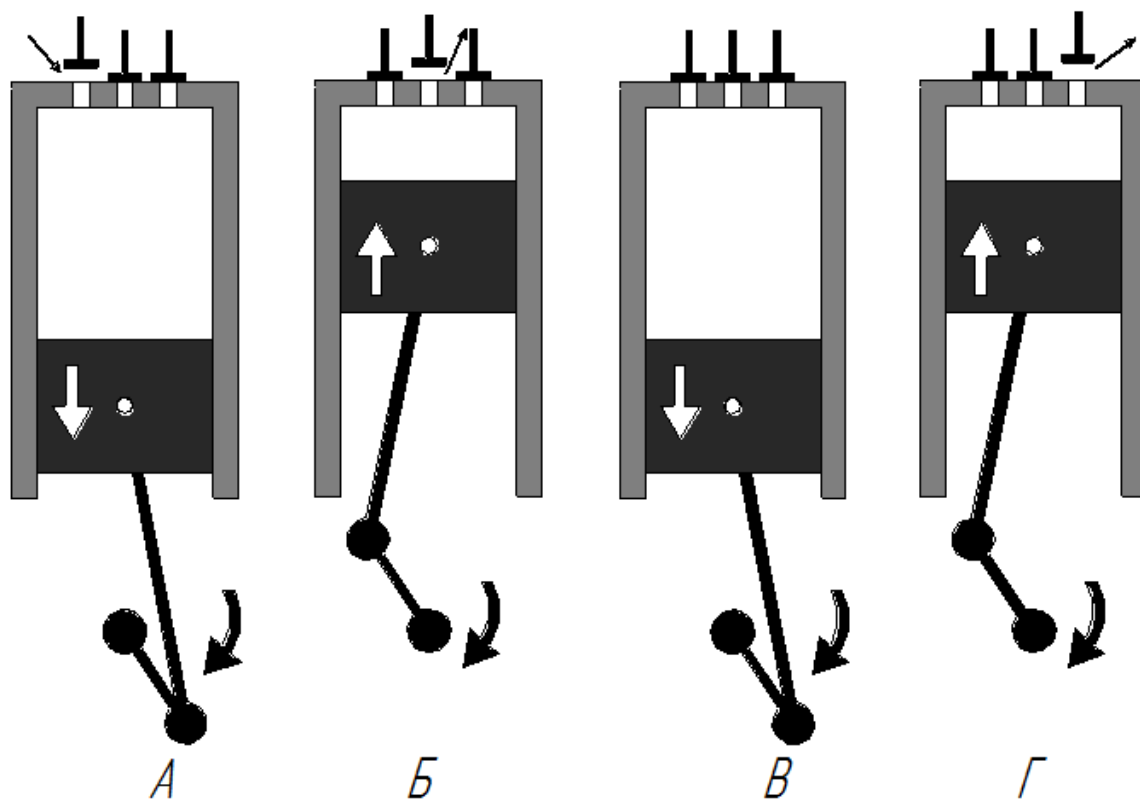


Рисунок 1 – Воздушный тепловой насос

Воздушный тепловой насос показан на рисунке 1. Он состоит из корпуса, коленчатого вала, шатунов, поршней, распределительного вала, тяг, коромысел, четырех цилиндров, в верхней части которых находится по три клапана. ВТН приводится в действие электродвигателем.

Принцип работы ВТН показан на рисунке 2. ВТН работает в четыре такта. При движении поршня вниз через открытый клапан поступает атмосферный воздух (такт А). При движении поршня вверх атмосферный воздух сжимается

до давления 3 атм. (0,3 МПа) (такт Б). Вследствие сжатия температура воздуха повышается до температуры +120°C. При нахождении поршня в верхней мертвой точке открывается клапан, и горячий воздух по патрубку поступает в трубчатый пастеризатор, где нагревает продукт до температуры +85°C.



- A* – впуск атмосферного воздуха;
- B* – сжатие и выпуск горячего воздуха;
- B* – разрежение воздуха;
- Г* – выход холодного воздуха.

Рисунок 2 – Ход поршней воздушного теплового насоса

При движении поршня воздушного теплового насоса в нижнюю мертвую точку воздух в цилиндре охлаждается до температуры -45°C (такт В). При движении поршня вверх открывается клапан (такт Г) и холодный воздух поступает в секцию охлаждения (спиральный теплообменник), где происходит теплообмен с продуктом, вследствие чего продукт охлаждается до температуры +4 °С. После этого цикл повторяется.

Вывод: использование воздуха в качестве теплоносителя позволяет отказаться от дорогостоящих теплоносителей, таких как горячая вода и пар. Использование воздушного теплового насоса позволит охлаждать продукт до температуры 4°C, поэтому не требуется использование дополнительного оборудования для охлаждения.

К. Колесникова, студ. 3-го курса

Научный руководитель

И.С. Севаторова, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

СУБЛИМАЦИОННАЯ СУШКА

Сублимация - самый инновационный и высокотехнологичный метод сушки продуктов, которому нет равных перед другими методами сушки или консервации.

Сублимационная сушка продукта является одним из самых современных методов обратимого консервирования. Она обеспечивает наилучшее качество сухого продукта, восстановление к первоначальному виду, делает ненужным применение ароматизаторов, консервантов и красителей. Одним из важнейших достоинств сублимационной вакуумной сушки продуктов является малая усадка исходного продукта, что дает возможность избегать их разрушения и быстро восстанавливать сублимированные продукты.

После сублимации они имеют пористую структуру. С помощью добавления воды за несколько минут восстанавливается первоначальная структура продукта.

Сублимационная (лиофильная) сушилка – это оборудование для удаления влаги из замороженного продукта путем испарения льда, переходя из твердого состояния в газообразное, минуя жидкую фазу. Данная технология давно применялась в микробиологии, фармацевтике, космической отрасли. В наше время широкое применение данной технологии обусловлено необходимостью максимально сохранить полезность пищи, свойства медицинских препаратов и веществ на длительный срок с наименьшими затратами.

Сушка состоит из следующих этапов:

Первый этап – замораживание продукта при температуре ниже его точки затвердевания.

Второй этап – сублимирование, удаление льда или кристаллов растворителя при очень низкой температуре, то есть непосредственно сушка продукта. При этом значительное влияние на качество сухого продукта и на время, требующееся для сушки, имеет этап заморозки. Чем быстрее и глубже замораживается продукт, тем менее крупные кристаллы льда образуются в продукте, тем быстрее они испаряются на втором этапе сушки продукта и тем выше качество получаемого продукта.

Третий этап – досушивание. Так как удаление основной массы влаги из объектов сушки происходит при отрицательных температурах (-20...-30 градусов Цельсия), а их досушивание осуществляется также при щадящем (не выше +40 градусов) температурном режиме, то в результате достигается высокая степень сохранности всех наиболее биологически ценных компонентов исходного сырья.

Сублимационная сушилка стала актуальной в период Второй мировой войны, когда стала задача доставлять сыворотку крови из США в Европу. Данный метод позволил транспортировать без охлаждения большие партии сыворотки и медикаментов, позднее сублимационную сушку применили для доставки пенициллина, кофе. В последствии сфера применения расширялась, использование сублимационной сушки оправдало себя при доставке продуктов питания морем, длительном хранении в отдаленных исследовательских лабораториях, позднее в космонавтике. Сейчас сублимационные сушилки используют во многих производственных сферах: натуральные сухие смеси и добавки, сухие напитки и соки, многие медицинские препараты, споры пищевых бактерий и многое другое.

Сублимационная сушилка состоит:

Корпус. Панели выполнены из листового металла толщиной 0,8-1 мм и окрашены методом порошковой покраски. Соединяются между собой панели при помощи винтов.

Сушильный барабан. Представляет собой пустотелый цилиндр из пищевой нержавеющей стали марки (АSСI-304), оборудованный передней дверью из органического стекла необходимой толщины. В качестве уплотнительного элемента выступает силиконовое бесшовное кольцо. На двери установлена рукоятка с фиксатором. К цилиндру приварены необходимые патрубки и крепежи.

Вакуумный насос. Является неотъемлемой частью, комплектуется двухступенчатым пластинчато-роторным насосом стороннего производителя. Условие – это возможность длительной работы при абсолютном давлении 15Па.

Холодильный агрегат. Состоит из компрессора низкотемпературного, испарительной части, устройств обеспечивающих его работу и регулировку.

Присоединительная и запорная аппаратура. Стандартная аппаратура, применяемая для вакуумных устройств.

Контроллер управления. Электронное устройство с микропроцессорным управлением, цветным дисплеем и специальным программным обеспечением, позволяющим поддерживать требуемые параметры устройств и режимов сушки.

Полки. Представляют ярусную конструкцию из плоских элементов, изготовленных из нержавеющей стали, к нижней части которых закреплен электрический нагреватель (для бытовых сушилок) и электрический или водяной для полупромышленных, на поверхность которых устанавливаются лотки с высушиваемым продуктом.

Сублимация имеет ряд преимуществ перед сушкой классическим методом. Сушка классическим методом уничтожает более половины питательной ценности продукта разрушая витамины, денатурирует белки и окисляет микроэлементы. Сублимация не имеет такого воздействия, так как процесс происходит при критически низкой температуре. И не оказывает термического воздействия на компоненты структуры.

**М.А. Кураш, ассистент,
Д.В. Малышев, К.И. Прокопович, студ.3-го курса**
*ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли
имени Михаила Туган-Барановского»*

ВЫБОР ХОЛОДИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РЕСТОРАНА

Открывая новый ресторан, следует особое внимание уделить выбору оборудования. Для этого необходимо выполнить предварительный анализ главных моментов проекта по открытию заведения ресторанный типа: определить кухню, на которой ресторан будет специализироваться, а также подсчитать число посадочных мест в зале для гостей. Важно отметить, что соотношение цены и качества в процессе выбора оборудования для общепита играет важную роль.

Комплексное оснащение ресторанов оборудованием включает несколько этапов. Во-первых, необходимо определиться с минимальным набором оборудования для бара, без наличия которого заведение не сможет функционировать. Во-вторых, требуется изучить выделенное пространство на кухне для размещения всего необходимого оборудования ресторана с целью максимального сохранения свободного рабочего пространства. В-третьих, следует рассмотреть предложения различных производителей как зарубежных, так и отечественных, чтобы провести сравнительный анализ качественных, эксплуатационных и ценовых характеристик приобретаемого оборудования для ресторана. В-четвёртых, важно ознакомить работников кухни с правилами работы приобретённого оборудования для кафе, бара, ресторана и соблюдением техники безопасности, что позволит не только эффективно прослужить оборудованию на протяжении многих лет, но и избежать поломок, а, следовательно, материальных затрат, связанных с устранением неполадок [1].

Холодильное оборудование для ресторана входит в обязательный набор оснащения, наличие которого обеспечивает ресторан возможностью полноценно функционировать.

Холодильное оборудование для общепита предназначено для краткосрочного, так и для долгосрочного хранения охлаждённых или замороженных пищевых продуктов, готовых блюд и полуфабрикатов.

К основным видам холодильного оборудования для кафе, бара, ресторана относят: барное оборудование, льдогенераторы, холодильное оборудование и витрины, холодильные шкафы и холодильные камеры, холодильные столы, барные холодильники, холодильные витрины, витрины для суши, салат-бары, салатетты, буфеты, а также морозильные шкафы, лари, аппараты шоковой заморозки, морозильные столы и морозильные камеры [2].

Холодильные камеры входят в стандартный набор холодильного оборудования для ресторанов, необходимого для предприятий общественного питания любого типа. Представляя собой модульную конструкцию, холодильная камера включает в свою структуру сэндвич-панели, образующие ёмкость для хранения продуктов питания, а также моноблок или сплит-систему,

отвечающие за охлаждение камеры. Являясь самым экономичным способом хранения продуктов, холодильная камера широко распространена в оснащении оборудованием заведений общественного питания. Выбор холодильной камеры определяется типом продуктов, для хранения которых предназначена камера, местом размещения и объёмом камеры.

Весьма рациональным решением в целях экономии пространства на кухонной площадке ресторана является приобретение холодильного стола. Основное преимущество данного вида холодильного оборудования, название которого говорит само за себя, заключается в сочетании в своей конструкции двух функциональных устройств: холодильная камера и стол, который эффективно используется для работы поваров. Таким образом, значительно экономя пространство на кухне, холодильный стол также предназначен для автоматического размораживания продуктов, а также для поддержания температурного режима на определённом уровне как в отсеках холодильника, так и на рабочей поверхности стола.

Нужно отметить, что холодильное оборудование для общепита, предлагаемое современными производителями, значительно отличается по своим качественным и эксплуатационным характеристикам.

Современный рынок холодильного оборудования для кафе, баров, ресторанов богат широким выбором оснащения любого назначения. Однако, отдавая предпочтение тому или иному производителю, важно уделять внимание не только срокам гарантии, но и условиям сервисного и постсервисного обслуживания. Зачастую произвести устранение неполадок или комплексный ремонт холодильного оборудования для общепита от зарубежных производителей без наличия специализированных знаний, связанных со спецификой строения оборудования, отечественным специалистам не удаётся. Также ремонт оборудования от зарубежных производителей может затянуться во времени, что, как правило, обусловлено задержкой в доставке оригинальных деталей. В результате чего удастся не только избежать незапланированных материальных затрат и осуществить наиболее рациональный выбор. Все это в дальнейшем скажется на работе ресторана.

Список литературы

1. Аграновский Е.Д. Организация производства на предприятиях общественного питания. - М.: Экономика, 1990.
2. Радченко Л.А. Организация производства на предприятиях общественного питания. - М. «Феникс», 2008г.-373 с.

Е.В. Бранспиз, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВОДОРОДСОДЕРЖАЩИХ СРЕД НА ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ СТОЙКОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Известно, что детали оборудования пищевых производств контактируют с различными видами сред. Например, пищевые насосы перекачивают: воду, сиропы, спирты, молочные продукты, соки, сгущенное молоко, концентраты напитков, пищевые и фармацевтические продукты и многое другое. Поэтому основными материалами, используемыми при изготовлении деталей оборудования для пищевой промышленности являются нержавеющие стали. Они обладают множеством преимуществ, такими, как высокая коррозионная стойкость, прочность и гигиеничность.

Гигиенические преимущества нержавеющей стали основаны на том, что влияние ее на питьевую воду и другие пищевые среды исключено. В электрохимическом ряду напряжений нержавеющая сталь имеет более высокий потенциал, чем медь и оцинкованная сталь. Широкое применение в пищевой промышленности связано с ее нейтральными вкусовыми показателями и, благодаря высококачественной поверхности, нержавеющая сталь ведет себя нейтрально относительно микробиологического влияния. Это значит, что рост микроорганизмов не перемещается на поверхность из нержавеющей стали (по сравнению с поверхностями из органических материалов), а бактерии и грибки не имеют шансов развиваться на ее поверхности, что определяет высокую популярность применения нержавеющей стали в пищевой промышленности.

Однако при использовании замечательных свойств нержавеющих сталей надо иметь в виду, что при технологической обработке их «поведение» весьма отличается от простых углеродистых сталей. Это объясняется особенностями их метастабильной аустенитной структуры, использование свойств которой требует учета ряда особенностей.

К нержавеющим сталям относятся стальные сплавы, содержащие не менее 12% хрома (Cr). Хром в сочетании со сталью образует оксидную пленку на поверхности металла, нерастворимую и обладающую способностью к самовосстановлению. Пассивная «оксидная пленка» с повышенным содержанием хрома. Размеры этой пленки около 1-5 нанометров. Никель и другие легирующие элементы повышают устойчивость к коррозии и механические свойства сплава.

Так, например, марка стали 12X18H10T широко используется в химической и пищевой промышленности, так как свойства этой нержавеющей стали обеспечивают ее нейтральную реакцию с различными агрессивными химическими средами и реагентами даже при нагреве до 300 °С, при этом изделия сохраняют высокую прочность и упругость, а также стойкость к истиранию движущимися твердыми частицами в растворах.

К прокладке питьевых водопроводов неизменно предъявляются самые

высокие требования. Проходя по таким трубам, питьевая вода не должна изменять свой состав, а значит, трубы не должны окисляться. В этом случае используются трубы из оцинкованной нержавеющей стали и хромосодержащей нержавеющей стали – эти металлы способны наиболее успешно противостоять ржавчине и не влияют на состав воды. Хромосодержащая нержавеющая сталь, представляет собой хромосодержащий сплав, на поверхности которого, при взаимодействии с воздухом, образуется защитная оксидная пленка. Санитарно-гигиенические характеристики таких труб из нержавеющей стали соответствуют всем современным требованиям. Такая нержавеющая сталь абсолютно пассивна при pH от 4 до 10, а в соответствии с общепринятыми нормами показатели pH могут колебаться от 6,5 до 9,5.

К числу рекомендаций по продлению эксплуатации деталей пищевого оборудования, работающего в контакте с водородсодержащими средами можно отнести следующее: не удалять защитную пленку до момента установки готового изделия; не применять высокоабразивные или содержащие железо губки и моющие средства, которые могут поцарапать или иным образом повредить металл; очистку частей пищевого оборудования из нержавеющей стали проводить обычной теплой водой или слабощелочными чистящими средствами (pH 9÷11, например, мыло); для очистки поверхностей из нержавеющей стали можно применять обычные растворители (не содержащие хлор). После этого рекомендуется ополаскивать водой.

М.В. Копылов, к.т.н., доцент,

А.В. Терехина к.т.н., доцент,

Е.Ю. Марапулец, соискатель

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ОТБЕЛКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ С ПОЭТАПНЫМ ВНЕСЕНИЕМ СОРБЕНТОВ

В настоящее время Россия входит в группу лидеров по производству рафинированного подсолнечного масла. Растительные масла содержат вещества, подразделяющиеся на две группы: первая группа – липиды сложного состава, воски, красящие вещества, свободные жирные кислоты, высокомолекулярные спирты; вторая группа – продукты окисления глицеридов низкомолекулярные жирные кислоты, кетоны, альдегиды, оксикислоты. Чтобы поддерживать высокий уровень качества, необходимо совершенствовать технологии рафинации масла. Выбор метода рафинации зависит от состава и количества примесей, их свойств и назначения масла. Научная новизна заключается в разработке оборудования и подборе технологических режимов очистки растительных масел от красящих и одорирующих веществ с помощью отбельных глин отечественного происхождения.

Во ВГУИТ разработана экспериментальная установка для очистки растительных масел от красящих веществ (рисунок 1). Очистка масел проходит

две стадии очистки. Сначала в камеру 9 для очистки заливается масло с бентонитовой глиной (размер частиц 25-50 мкм) взятой с Кантемировского месторождения (Воронежская область) в заданной пропорции (от 0,5 до 2% к общему объему масла). После перемешивания масла с глиной под вакуумом при постоянной температуре (100-110°C) происходит удаление красящих веществ. Полученное после адсорбционной рафинации бентонитовыми глинами растительное масло поступает в верхнюю камеру фильтрующего блока, где происходит очистка от частиц глины. Очищенное масло заново направляется в камеру 9, где его перемешивают с измельченным кокс-орешком (размер частиц 25-50 мкм) в заданной пропорции (от 0,5 до 3% к общему объему масла) и при постоянной температуре (100-110°C). Затем полученная суспензия повторно направляется в фильтрующий блок, где проходит окончательную очистку масла от частиц угля. После очистки растительного масла кокс-орешком, происходит снижение содержания одорирующих веществ, а также значительно увеличивается степень прозрачности масла.

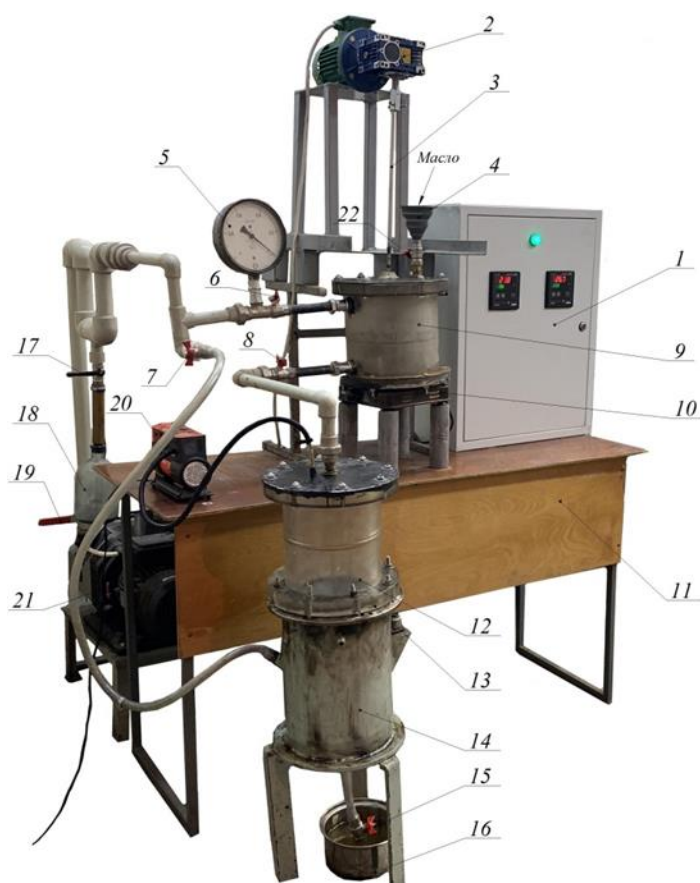


Рисунок 1 – Экспериментальная установка для отбелки растительных масел:
1 – пульт управления (частота вращения мешалки, контроль температуры),
2 – мотор-редуктор, 3 – рамно-ленточная мешалка, 4 – воронка для залива масла,
5 – вакуумметр, 6, 7, 8, 15, 17, 19, 22 – шаровый кран, 9 – камера для перемешивания растительного масла, 10 – регулируемый электронагревательный элемент, 11 – станина, 12 – верхняя камера фильтрующего блока, 13 – фильтровальная ткань, 14 – нижняя камера фильтрующего блока, 16 – емкость для сбора отфильтрованного масла, 18 – емкость для сбора конденсата, 20 – компрессор, 21 – вакуумный насос

Таким образом, разработанная конструкция экспериментальной установки позволяет добиться высокоэффективного протекания процесса адсорбции и максимизировать степень удаления из масла фосфолипидов, восков и воскоподобных веществ, карбонильных соединений, свободных жирных кислот и каротиноидов за счет двухступенчатой рафинационной очистки растительных масел с поэтапным внесением адсорбентов.

И.Г. Дейнека, д.т.н. профессор,

В.П. Павлюкович, студ. 5-го курса

ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. В. Даля»

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ СТЕБЕЛЬЧАТЫХ ПРОДУКТОВ С ШАРНИРНЫМ КРЕПЛЕНИЕМ НОЖЕЙ

По качеству измельчения стебельчатых продуктов (фракции до 30 мм) внимания заслуживает измельчитель под маркой ИСН-3,5 (рис. 1), который выпускался к зерноуборочным комбайнам СК-4, СК-5 «Нива».

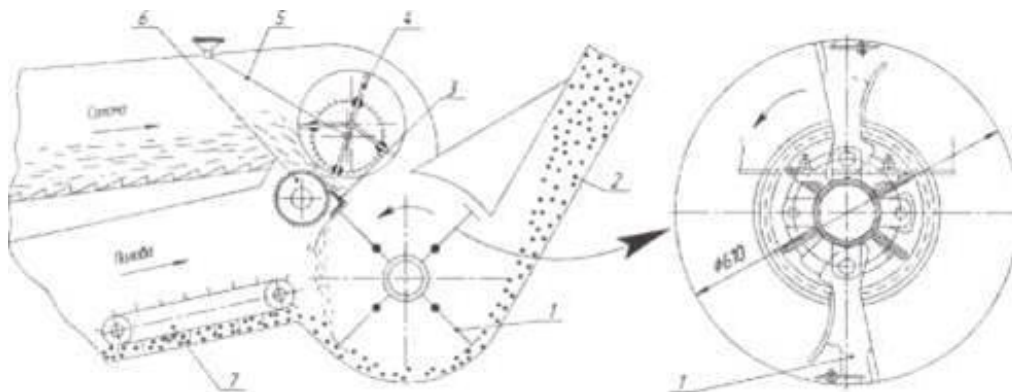


Рисунок 1 - Принципиальная конструктивно-технологическая схема измельчителя ИСН-3,5: 1 - молотковый барабан; 2 - трубопровод; 3 - противорежущее устройство; 4 - верхний валец; 5 - механизм шарнирной подвески верхнего вальца; 6 - нижний валец; 7 - транспортер половы.

Однако как показала практика использования этих измельчителей, они обладают низкой работоспособностью из-за систематических забиваний трубопровода и измельчающего барабана при измельчении стебельчатых продуктов (например, хлебной массы) с влажностью выше 15... 18%.

Проанализировав движение стебельчатой массы по рабочим поверхностям шарнирных ножей барабана, мы выявили причины забиваний.

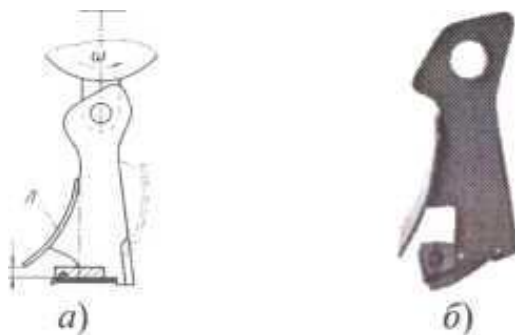


Рисунок 2 - Шарнирный нож измельчителя ИСН-3,5: а - схема ножа; б - фото ножа.

На рис. 2 видно, что за сегментом, по грани которого движутся порции стеблей, находится лопатка (Л) для создания воздушного потока, обеспечивающего подачу измельченной массы в транспортные средства. Лопатка, для обеспечения нормального схода порций стеблей с грани сегмента, установлена по отношению к сегменту с зазором «С».

Проведенные наблюдения и анализ показывают, что при измельчении сухих стеблей (влажность до 14%) технологический процесс работы измельчающего барабана протекает удовлетворительно. Ввиду высокой степени измельчения и расщепления соломы, зазора «С» между лопаткой и гранью сегмента (рис. 2) достаточно для нормального схода порций стеблей и выноса их воздушным потоком в 20-22 м/с, создаваемым лопатками, за пределы измельчителя в транспортные средства. При работе же на стебельчатой массе с влажностью выше 14%, особенно при пиковых подачах массы, качество измельчения стеблей резко ухудшается. Коэффициент трения массы о рабочие поверхности измельчающего аппарата увеличивается. Габариты и, следовательно, вес порции, находящейся на грани сегмента и подлежащей сталкиванию, резко увеличиваются. Все это приводит к притормаживанию порций соломы между лопаткой и гранью сегмента, в результате чего они в большей степени увлекаются на повторное вращение и с меньшей скоростью выбрасываются в транспортирующий трубопровод. Притормаживанию массы, при движении ее по грани сегмента, способствует также болт с гайкой, крепящий сегмент к основанию ножа и находящийся на пути движения порций отрезанных частиц.

В результате вышеизложенного наблюдались случаи забивания входной зоны трубопровода.

С целью улучшения работоспособности измельчающего барабана, лопатку целесообразно установить перед сегментом, как показано на рис. 2 (пунктиром). Однако анализ работы ножей как тех (рис. 2), так и других, показал, что оба ножа имеют существенные недостатки, заключающиеся в следующем. В этих конструкциях барабанов транспортирование измельченной массы осуществляется только за счет воздушного потока, создаваемого лопатками ножей. Кинетическая энергия от швыряния частиц ножами здесь не используется ввиду того, что лопатка значительно удалена от слоя стеблей,

движущегося по кожуху, а сегмент, перемещаясь ребром в стеблях, в силу перпендикулярного расположения к основанию ножа, не дает швыркового эффекта, интенсивно трется о слой массы, затупляясь и дополнительно поглощая энергию.

Исходя из вышеизложенного, возникла идея создать конструкцию ножа, у которого лопатка была бы установлена на всю длину ножа. Это дало бы возможность кроме создаваемого лопаткой воздушного потока использовать швырковый ее эффект, что весьма важно для повышения работоспособности измельчителя на влажной массе, когда вес частичек стеблей увеличивается за счет влажности. Такой измельчающий барабан был создан для измельчителя ИСН-3,5А. При проверке в полевых условиях измельчитель ИСН-3,5А имел наиболее высокую работоспособность в сравнении с измельчителем ИСН-3,5, а по качеству измельчения стебельчатой массы практически не уступал ему. Однако потребляемая измельчителем мощность составила около 22 кВт, что требовало установку на зерноуборочный комбайн более мощного двигателя. Таким образом, актуальным являются дальнейшие исследования, направленные на снижение энергозатрат измельчителей.

И.Г. Дейнека, д.т.н., профессор,

С.А. Покрышка, аспирант

ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. В. Даля»

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ЦЕХА ПРОИЗВОДСТВА КОНФЕТ НА ООО «ЛУГАНСКАЯ КОНДИТЕРСКАЯ КОМПАНИЯ «ЛАКОНД», Г. ЛУГАНСК

Принятая на ООО «Луганская кондитерская компания «Лаконд»», г. Луганск» технологическая схема производства мягких конфет отливкой в крахмал сопровождается попаданием частиц крахмала в помещение цеха в виде пылевых частиц благодаря его высокой скорости витания, что является совершенно недопустимым. Крахмальная пыль не только ухудшает санитарную обстановку цеха, но и может привести к взрывоопасной ситуации.

Разработана и предложена предприятию система очистки воздуха цеха от пылевых частиц крахмала в непрерывном технологическом процессе производства. Система предполагает установку зондов над каждым из пяти источников пыли (два штампа, два опрокидывателя и одно трясосито) линии производства конфет на отливочных линиях 1 и 2. Зонты включены в единую вентиляционную систему с отводом газового потока в электрофильтр, где осуществляется основное улавливание пылевых частиц. Предполагается окончательную фильтрацию воздуха выполнять в карманном фильтре Ф5 600х300.

Для выбора метода очистки выполнен анализ пылеулавливающих аппаратов, которые с успехом применяются в различных промышленных отраслях.

Обоснован и выбран в качестве основного электрический метод

фильтрации. Высокая эффективность (99% и даже 99,9%) при низких энергетических затратах делают этот метод незаменимым и практически наиболее применимым.

Обоснован выбор общей конструктивной схемы электрофильтра пылевых частиц крахмала. При этом принята однозонная конструкция фильтра в силу его простоты в отличие от двухзонной модели.

Был сделан выбор на горизонтальном пластинчатом электрофильтре с осадительным и коронирующим электродами, выполненными в виде пластин, расположенных на расстоянии 90 мм друг от друга, что позволит иметь наилучшие характеристики параметров активной зоны и высокую эффективность электрофильтра в целом.

Горизонтальное расположение фильтра позволяет сохранить направление движения воздушного потока и принять простую конструктивную схему очистки осадительного электрода. В качестве таковой предложена система очистки с помощью трёх щёток, вращающихся между осадительным и коронирующим электродами.

Для проектируемого электрофильтра расстояние между коронирующими и осадительным электродами (разрядное расстояние) выбиралось из конструктивных соображений как минимально возможное из условий формирования рабочей камеры и размещения системы очистки осадительного электрода. Принималась во внимание также скорость движения воздушного потока в камере, которая определяет время пребывания газа в фильтре. С увеличением размеров рабочей камеры это время увеличивается, что входит в противоречие с разрядным расстоянием.

Исходя из вышеизложенного, разрядное расстояние для проектируемого электрофильтра принято равным 7 см.

Приняты игольчатая форма коронирующих электродов с их перпендикулярным расположением, как имеющая наилучшие характеристики. Диаметр игл коронирующего электрода принят равным 2 мм, исходя из соображений, что с уменьшением диаметра провода удельный ток короны возрастает.

Высота игл принята равной 2 см из соображений сохранения высоких значений тока короны и ограничением, с другой стороны, внутриигольного пространства.

Для обеспечения высокой степени электрогазоочистки определены расчётным путём электрические параметры электрофильтра, такие как:

- начальная или критическая напряженность электрического поля, при которой возникает регулярный коронный разряд около цилиндрического электрода;

- начальное напряжение (разность потенциалов), которое необходимо приложить к электродам для создания критической напряжённости электрического поля, при которой возникает регулярный коронный разряд;

- вольт-амперная характеристика электрофильтра;

- оптимальные напряжения для получения требуемой степени очистки электрофильтра.

Рассчитаны величины скорости движения частиц крахмала различных размеров в разрядном промежутке. Определены коэффициент полезного действия и степень очистки пыли при различных размерах частиц и разных скоростях движения потока в электрофилтре.

Приведенные результаты свидетельствуют о реальных возможностях применения предложенной системы газоочистки.

**СЕКЦИИ «ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В
ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ»
«МЕХАНИЗАЦИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ,
ТРАНСПОРТНЫХ И СКЛАДСКИХ РАБОТ»
«ТЕХНИЧЕСКАЯ ВИБРОАКУСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ
ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ»**

В.А. Парамонова, к.т.н., доцент

*ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли
имени Михаила Туган-Барановского»*

**СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ЦЕЛИ ПО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ДЛЯ
ПИЩЕВОЙ ИНДУСТРИИ**

Постановлением Правительства Российской Федерации от 9 сентября 2023 года № 1473 утверждена и введена в действие комплексная государственная программа Российской Федерации "Энергосбережение и повышение энергетической эффективности" (далее - Программа), направленная на обеспечение достижения приоритетов и целей государственной политики в области энергосбережения и повышение энергетической эффективности [1, с. 6].

Среди основных целей Программы следует отметить необходимость по снижению энергоемкости валового внутреннего продукта Российской Федерации на 35 процентов в 2035 году по отношению к уровню 2019 года. Следует отметить, что по итогам 2019 года уровень энергоемкости валового внутреннего продукта составил самое низкое значение за период 2014-2019 годов (9,62 т.у.т./млн. руб. в ценах 2016 года). Валовое потребление топливно-энергетических ресурсов по сравнению с аналогичным показателем 2018 года снизилось на 6,6 млн т.у.т. при росте ВВП Российской Федерации на 1,3% [2, с. 9].

Следует отметить, что реализация, разработанных в Программе, мер государственной политики в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности носит межотраслевой и общесистемный характер.

В целях достижения установленных приоритетов и целей государственной политики в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, Программой определены основные задачи, из которых для пищевой и перерабатывающей промышленности, как одной из обрабатывающих отраслей, наиболее значимыми можно отметить следующие [1, с. 8-9]:

- усовершенствование методологического обеспечения государственной политики в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, включая мониторинг и оценку энергоёмкости валового внутреннего продукта Российской Федерации, валового регионального продукта, отраслевых показателей, в части состава и способа получения исходных данных;

- внедрение новых и повышение эффективности использования существующих налоговых и финансовых механизмов для стимулирования внедрения энергоэффективных технологий;

- комплексное развитие инфраструктуры, учитывающее показатели энергетической эффективности;

- продвижение и внедрение системы энергетического менеджмента;

- формирование условий для создания отечественных энергосберегающих технологий, а также создание стимулов к повышению энергетической эффективности для отечественных производителей оборудования высокой энергетической эффективности, что будет способствовать интенсивному технологическому обновлению базовых секторов экономики;

- совершенствование баз данных энергоэффективных товаров, объектов и технологий, включая обновление перечня объектов и технологий, отнесенных к объектам и технологиям высокой энергетической эффективности, а также банка данных о наиболее эффективных технологиях, применяемых при модернизации (строительстве, создании) объектов коммунальной инфраструктуры;

- обеспечение экономической мотивации для реализации проектов по энергосбережению и повышению энергетической эффективности организациями, осуществляющими регулируемые виды деятельности, в том числе путем реализации механизмов сохранения и использования ими возникающей экономии от снижения потребления энергетических ресурсов.

Следует отметить, что меры по повышению энергетической эффективности, предлагаемые в Программе, как рекомендованные, должны учитывать отраслевую специфику. При этом отдельно для пищевой и перерабатывающей промышленности рекомендации отсутствуют, однако приведены общие подходы для добывающей и обрабатывающей промышленности.

Таким образом, исходя из общих рекомендаций и специфики предприятий пищевой индустрии, можно отметить, что в сфере перерабатывающей и пищевой промышленности необходим детальный анализ технологических процессов с точки зрения материальных и тепловых балансов, как производственных линий, так и каждой единицы оборудования в отдельности, с целью сокращения производственных потерь и рационального использования сбросовой теплоты. Существенный эффект также может быть достигнут за счёт частичной замены традиционных источников энергии на альтернативные и возобновляемые.

Анализ основных положений и приведенных в Программе нормативных актов позволяет утверждать, что разработка мер по энергосбережению и

повышению энергетической эффективности является приоритетным направлением государственной политики в Российской Федерации.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 9 сентября 2023 г. № 1473 "Об утверждении комплексной государственной программы Российской Федерации "Энергосбережение и повышение энергетической эффективности"
2. Государственный доклад Министерства экономического развития Российской Федерации «О состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации» - М., 2020

О.И. Михайлова, преподаватель

Пинский государственный аграрный технологический колледж, Республика Беларусь

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА МОЛОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В последние несколько лет значение энергоэффективности стремительно растет. В основном это связано с повышением стоимости энергии и истощением природных ресурсов (таких как уголь, бензин, дизельное топливо и т.д.).

Поскольку потребление молока на душу населения в стране растет, потребность в производстве большего количества молока приобретает все большее значение. Молочная промышленность, перерабатывающая большое количество молока, использует энергию в нескольких формах, таких как пар, горячая вода, сжатый воздух, охлажденная вода и электричество. Молокозаводы должны сосредоточиться на обоих аспектах поддержания высокого качества продукции и одновременного снижения себестоимости производства. Эти аспекты могут быть решены за счет инвестиций в энергосбережение, которые могут включать приобретение энергосберегающих технологий и внедрение методов энергосбережения в масштабах всего предприятия [1].

Промышленное производство, в частности, переработка мясомолочного сырья, напрямую связаны с энергетической безопасностью Беларуси [2].

Уже сегодня каждое предприятие использует в своей политике энергосбережения следующие методы:

1. Оптимизировать работу оборудования задействованного в производстве и генерации пара
2. Устранить энергопотери в системе транспортировки, распределения пара
3. Максимально повысить качество пара
4. Обеспечить максимально возможный процент возврата конденсата от следующих звеньев

Реализация каждого из этих этапов является очень важной и существенно

влияет на снижение энергозатрат [3].

Однако на сегодняшний день можно выделить еще более эффективные методы, такие как:

- Совместная собственная генерация электроэнергии, тепла и холода.
- Применение АБХМ для нужд кондиционирования и сглаживания пиков потребления ледяной воды.
- Рекуперация тепла горячих стоков и разгрузка градирен водооборотного цикла с применением АБТН.
- Рекуперация тепла распылительных сушильных установок на производстве сухого молока.
- Снижение затрат на выработку тепла за счет рекуперации пара вторичного вскипания.
- Компрессия пара при работе вакуум-выпарных аппаратов.
- Снижение затрат на генерацию пара за счет увеличения процента возврата конденсата.
- Снижение операционных затрат за счет регулярного аудита конденсатоотводчиков.

Безусловно, реализация рассмотренных мероприятий потребует изменений, связанных с монтажом трубопроводов и установкой теплообменников, в условиях действующего предприятия и сложившихся компоновок. Вместе с тем, условия конкурентной борьбы на рынках сбыта обуславливают необходимость совершенствования энергоиспользования. Специалисты-технологи все более и более понимают сложившуюся ситуацию, что создает предпосылки для нахождения приемлемых, компромиссных решений [4].

Список литературы

1. Директива Президента Республики Беларусь от 14.06.2007 г. № 3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства» (нац. реестр правовых актов Республики Беларусь, 2007 г. № 146, 1/8668. Указом Президента Республики Беларусь внесены изм. 26.01.2016 г. № 26 «О внесении изменений и дополнений в Директивы Президента Республики Беларусь № 3»).

2. Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь (утв. Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 13.12.2015 г. № 1084).

3. УКАЗ ПРЕЗИДЕНТА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ от 29 июля 2021 г. № 292 Об утверждении Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы. Источник: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P32100292> – Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь

4. Михалевич, А.А. Энергетическая безопасность Республики Беларусь: компоненты, вызовы, угрозы [Электронный ресурс]: – 2010. – Режим доступа: http://nmnby.eu/pub/0911/energy_security.pdf – Дата доступа: 26.09.2023.

М.В. Дёмин, к.т.н., доцент,

С.Г. Сопов, студ. 2-го курса,

И.И. Пономаренко, студ. 1-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

О ВЛИЯНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ БЫТОВОГО ХОЛОДИЛЬНИКА

Стандарты на бытовые холодильники, в том числе EN ISO 15502:2009, допускают возможность работы бытовых холодильников при температуре окружающей среды в интервале 16...43°C. По факту, все характеристики бытового холодильника указываются в его паспорте при температуре окружающей среды 25°C. При этой же температуре устанавливается класс энергопотребления различных моделей бытовых холодильников.

Для совершенствования конструкции, прогнозирования расхода электроэнергии при их работе, необходимо знать динамику изменения термодинамических, теплофизических процессов в компрессорной системе в связи с изменениями температуры окружающей среды.

Для выполнения исследований в этом направлении создан экспериментальный стенд. Компрессорная система холодильника заправлена холодильным агентом R600a, доза заправки 41г. На линии всасывания и нагнетания компрессорной системы холодильника установлены приборы измерения давления и температуры. При исследованиях, проводимых при температуре наружного воздуха 16, 25, 32, 38, 43°C регистрировались: температура на поверхности испарителя и конденсатора, температура всасываемых паров холодильного агента; давление на входе в блок испарителя и выходе из него, в линии нагнетания; расход электроэнергии. Расчётным путём получено значение коэффициента рабочего времени (КРВ).

На основе экспериментальных данных, по уравнениям регрессии, построены графики зависимости КРВ, суточного расхода электроэнергии N_c , температуры на поверхности испарителя $t_{\text{и}}$ от температуры окружающей среды $t_{\text{н.в.}}$. (рис. 1)

Изменение теплоэнергетических и теплофизических характеристик работающего холодильника в связи с увеличением температуры окружающей среды обусловлено увеличением теплопритоков в его холодильный шкаф, изменением воздухотеплообменных процессов в компрессорно – конденсаторном отделении, вследствие чего увеличивается температура конденсации хладагента, что приводит к увеличению температуры его кипения в испарителе.

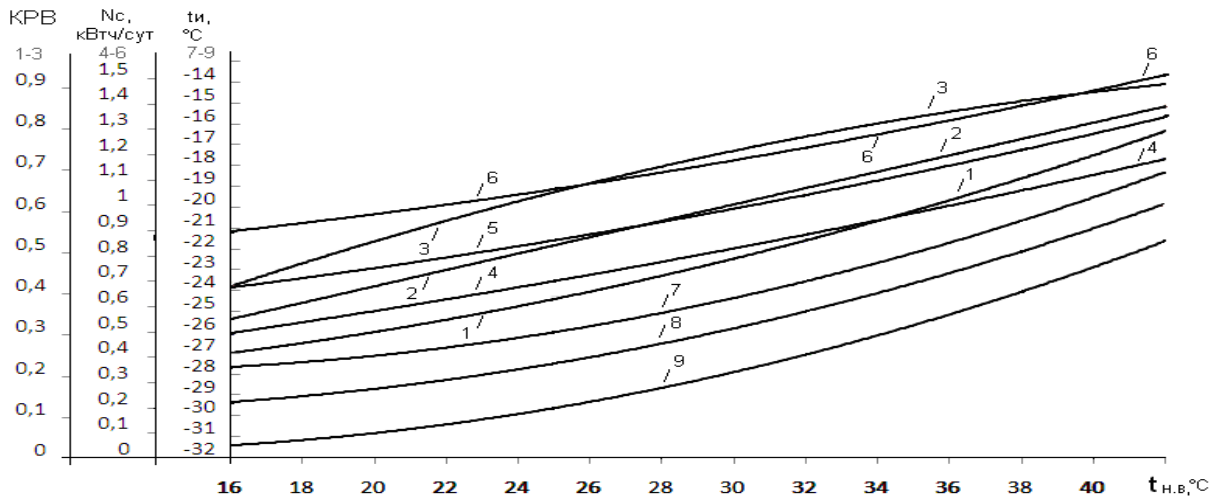


Рисунок 1 – Графики зависимости численных значений KPB (1,2,3), суточного расхода электроэнергии N_c (4,5,6), температуры на поверхности испарителя $t_{и}$ (7,8,9) от температуры окружающей среды при настройке терморегулятора на охлаждение: минимальное, среднее, максимальное

На основании полученных экспериментальных данных о температуре и давлении в характерных пунктах компрессорной системы были построены представленные на (рис. 2) термодинамические циклы работы холодильной машины стенового холодильника при температуре наружного воздуха 16, 25, 32, 38 и 43 °C для случая настройки терморегулятора на максимальное охлаждение.

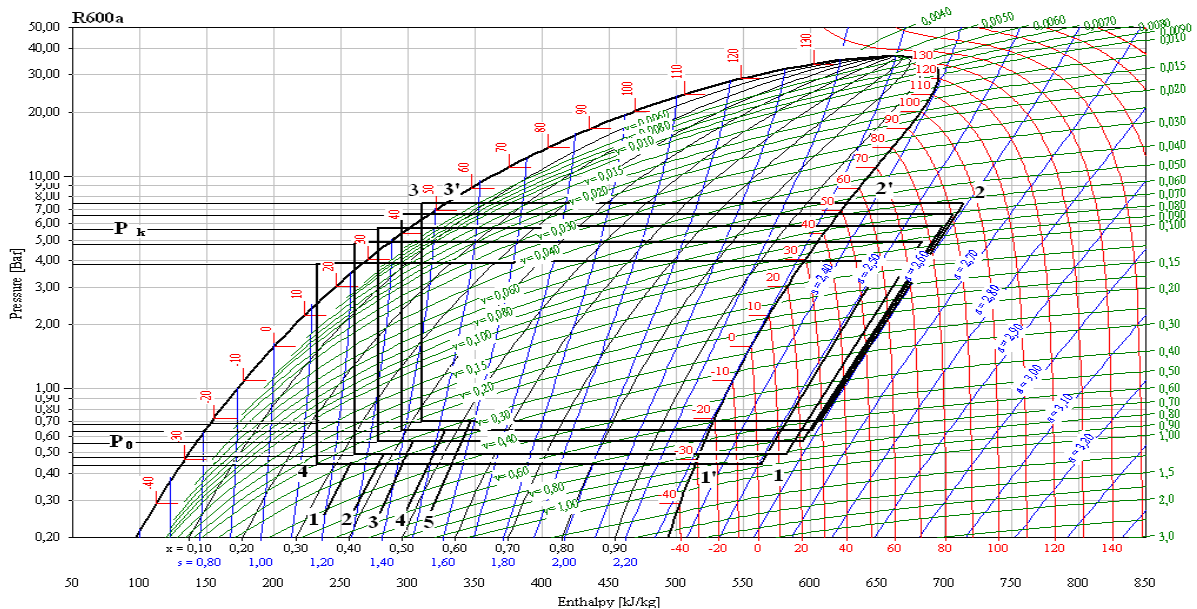


Рисунок 2 - Термодинамические циклы работы холодильной машины БХП при температуре наружного воздуха 16 (1), 25 (2), 32 (3), 38 (4) и 43 (5) °C

Согласно расчётам на основе известных теоретических положений, следствием изменения термодинамических характеристик построенных циклов является изменение холодильного коэффициента. При температуре окружающей среды $t_{н.в.} = 16$ °C $COP = 3,05$, при $t_{н.в.} = 43$ °C $COP = 2,04$. Повышение температуры

окружающей среды от 16 до 43 °С приводит к уменьшению холодильного коэффициента почти на треть - на 33,1%. Следствием уменьшения COP являются снижение производительности компрессора, большая продолжительность его работы до отключения термостатом и повышенный расход электроэнергии. При увеличении температуры окружающей среды от 16 до 43 °С КРВ увеличивается от 0,46 до 0,90, расход электроэнергии - от 0,86 до 1,57кВт.час/сут.

Таким образом, изменение температурных условий окружающей среды отражается на термодинамических характеристиках бытового холодильника не только в связи с изменением теплопритоков в холодильный шкаф, но и в связи с существенным изменением термодинамических параметров циклов работы его компрессорной системы. Следовательно, при прогнозе реального энергопотребления работающей бытовой холодильной техникой необходимо учитывать внешние микроклиматические условия.

М.В. Дёмин, к.т.н., доцент,

С.Г. Сопов, студ. 2-го курса,

А.И. Распопов, студ. 1-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

О ИЗМЕНЕНИИ ТЕПЛОЭНЕГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ БЫТОВОГО ХОЛОДИЛЬНИКА ОТ ДОЗЫ ЗАПРАВКИ КОМПРЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ

Одним из факторов, определяющих теплоэнергетические характеристики работы бытовых холодильных приборов (БХП), является выбор рабочего вещества и дозы его заправки. Анализ литературных источников показывает, что стандартные методики расчета дозы заправки холодильным агентом компрессорной системы не учитывают тип компрессора, особенности теплообменных процессов в испарителе и конденсаторе, температурного режима работы холодильника, другие конструктивные особенности бытовых холодильников. Как правило, производители бытовой холодильной техники устанавливают дозу заправки компрессорной системы хладагентом на основании экспериментальных исследований теплоэнергетических показателей её работы.

Цель данной работы – экспериментальные исследования влияния дозы заправки компрессорной системы бытового холодильника на происходящие в ней термодинамические и теплофизические процессы.

Для выполнения исследований использован экспериментальный стенд. На линиях всасывания и нагнетания компрессорной системы холодильника установлены приборы измерения давления и температуры.

Холодильник расположен в аттестованной термокамере, где создавалась и поддерживалась температура 25°С. Холодильное и морозильное отделения БХП заполнены пакетами-имитаторами пищевых продуктов.

При проведении исследований изобутан удаляли из компрессорной системы через заправочный патрубок компрессора и подавали его в заполненный

дистиллированной водой мерный цилиндр.

Удаляли хладагент из компрессорной системы БХП по 1,5 г. После каждого выпуска изобутана из компрессорной системы в период квазистационарного режима работы БХП при оставшейся массе хладагента определяли на различных ее участках его температуру и давление, устанавливали суточный расход электроэнергии, рассчитывали КРВ.

Исследования проводились при настройке терморегулятора, соответствующих минимальному, среднему и максимальному охлаждению.

На основе результатов экспериментальных исследований построены графики зависимости от массы изобутана в компрессорной системе БХП Норд 239 температуры на поверхности испарителя, КРВ, суточного расхода электроэнергии при, соответственно, минимальной, средней и максимальной установках терморегулятора.

Анализ полученных данных показывает, что температура на поверхности испарителя (t_u) зависит от дозы заправки компрессорной системы и положения терморегулятора. При уменьшении дозы заправки от 43г до 35,0г температура на поверхности испарителя снижается при настройке терморегулятора: минимальной от $-26,1$ до $-29,4^{\circ}\text{C}$, средней от $-27,5$ до $-30,6^{\circ}\text{C}$, максимальной от $-29,5$ до $-32,5^{\circ}\text{C}$. Как видно, на 1г утечки изобутана приходится понижение температуры на поверхности испарителя на 1°C , практически, независимо от настройки терморегулятора. По нашим данным понижение температуры на поверхности испарителя на $1,0...1,5^{\circ}\text{C}$ может быть диагностическим признаком утечки изобутана из компрессорной системы.

При удалении из компрессорной системы от 3,0 до 4,5г изобутана линейность понижения температуры на поверхности испарителя прекращается. При дозе заправки 33,5г температура t_u понижается до $-33,8^{\circ}\text{C}$. Дальнейшее понижение ее в связи с уменьшением массы изобутана в компрессорной системе уже не зависит от настройки терморегулятора. Эта доза заправки может считаться критической, так как, начиная с нее, коэффициент рабочего времени холодильной машины становится равным единице при любых положениях терморегулятора. С уменьшением дозы заправки до 32,5г температура на поверхности испарителя снижается до $-35,9^{\circ}\text{C}$. Однако при последующем удалении изобутана она начинает линейно увеличиваться: достигает значения $-23,7^{\circ}\text{C}$ при остаточной массе хладагента 30,5г.

Уменьшение массы хладагента в компрессорной системе приводит к понижению давления и температуры его конденсации, повышению перегрева паров перед их сжатием.

Анализ построенных циклов показывает, что с уменьшением массы хладагента в компрессорной системе не только увеличивается перегрев паров перед всасыванием, но и уменьшается величина переохлаждения жидкого холодильного агента перед его дросселированием. После удаления из системы 4,5г изобутана в капиллярную трубку поступает не переохлажденный, а насыщенный жидкий хладагент. Начало дросселирования холодильного агента в этом цикле происходит из точки, расположенной на пограничной кривой $x=0$. Дальнейшее удаление изобутана приводит к тому, что в дросселирующее

устройство из конденсатора поступает влажный насыщенный пар - двухфазная система, состоящая из насыщенной жидкости и сухого насыщенного пара.

Таким образом, незначительные утечки холодильного агента из герметичной системы БХП отражаются на теплоэнергетических характеристиках бытового холодильника в связи с несоответствием дозы заправки хладагента в компрессорной системе параметрам составных частей холодильника (компрессор, конденсатор, испаритель, трубопроводы) и существенным изменением термодинамических параметров циклов его работы. Проведенные исследования являются основой для решения вопроса о принципе действия и месте расположения устройства, реагирующего на утечку взрывопожароопасного хладагента изобутана из компрессорной системы.

В.А. Кириченко, к.т.н., доцент,

Д.О. Новиков, студ. 4-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЕСТОРАННОГО ХОЗЯЙСТВА

Производство кулинарной продукции требует больших затрат топливно-энергетических ресурсов. В качестве топливных ресурсов на предприятиях ресторанного хозяйства используют электроэнергию, твердое топливо, природные и искусственные газы.

Горючий газ имеет значительные преимущества перед твердым и жидким топливом. На предприятиях ресторанного хозяйства использование газа как источника тепловой энергии позволяет автоматизировать процесс работы на тепловых аппаратах, способствует уменьшению габаритов тепловых аппаратов, снижению удельных расходов тепловой энергии.

Газогенератор – это установка для получения горючего газа из твердого топлива. В качестве твердого топлива, как правило, применяются местные ресурсы: уголь, торф, древесина, солома, отходы предприятий общественного питания. Генераторный газ образуется в результате неполного сгорания твердого топлива при ограниченном доступе воздуха. (28-35% от полного количества для сгорания топлива).

Преобразование твердого топлива в газообразное основано на сгорании топлива, последующем восстановлении продукта горения - углекислоты в окись углерода и разложении водяных паров на водород и кислород в присутствии раскаленного углерода.

Генератор работает следующим образом: топливо, заложенное в верхнюю часть генератора (рис. 1), вначале подсушивается, а затем подвергается сухой перегонке под влиянием высокой температуры в этой части газогенератора (300...400 °С). В результате из топлива выделяется влага H_2O , метан CH_4 и углеводороды типа C_nH_n . Так как отбор газа производится из верхней части газогенератора, то продукты подсушки и сухой перегонки смешиваются с

поступающей снизу основной массой газа и уходят из газогенератора без дальнейших изменений. Оставшаяся после сухой перегонки часть твердого топлива, состоящая в основном из углерода, опускаясь ниже и встречая на своем пути горячий газ, постепенно нагревается до температуры 600...650°C, вследствие чего углерод приобретает способность вступать в химическое взаимодействие с такими продуктами горения, как углекислота. Углекислота при соприкосновении с раскаленным углеродом переходит в окись углерода CO, причем реакция является эндотермической. Углерод, не вошедший в химическое соединение с продуктами горения, попадает в нижнюю часть газогенератора, где и будет сгорать, соединяясь с кислородом воздуха, поступающим в газогенератор. Последняя реакция сопровождается выделением тепла, благодаря которому в восстановительной зоне происходит реакция восстановления углекислоты.

В состав газа будут входить окись углерода (CO), углекислота (CO₂), метан (CH₄), этилен (C₂H₄), азот (N₂), кислород (O₂) и водяные пары (H₂O).

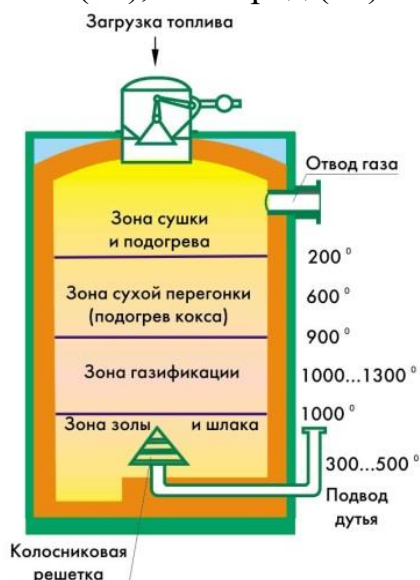


Рисунок 1 - Конструкционная схема газогенератора

Технологическая схема включает в себя: устройства генерации газа, устройства его очистки и охлаждения (рис 2).



Рисунок 2 - Технологическая схема получения генераторного газа

Твердое топливо горит, окисляясь кислородом воздуха поступающего в камеру горения генератора. Далее, продукты горения, проходя через фильтр

"Циклон", попадают в охладитель (он же фильтр грубой очистки). После чего, охлажденный газ проходит тонкую очистку в соответствующем фильтре, смешивается с воздухом в специализированном смесителе. Затем, получившаяся газо-воздушная смесь поступает в цех предприятия ресторанного хозяйства.

При мировой тенденции удешевления и экологичности производства генераторный газ является альтернативой другим видам топлива. Использование газогенераторного оборудования позволит снабжать тепловой энергией предприятия в независимости от территориального расположения, позволит использовать местные ресурсы, а также отходы производства. Так как производство генераторного газа происходит в смежном помещении, то улучшаются санитарно-гигиенические условия труда, повышается надёжность и безопасность.

М.М. Севриков, студ. 2-го курса,

А.С. Коновал, ассистент

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ КРИОГЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СЖИЖЕНИЯ ВОЗДУХА

Системы хранения энергии становятся все более актуальными в современном мире, где источники энергии не могут удовлетворить все потребности общества. Одним из перспективных направлений в этой области являются криогенные технологии сжижения воздуха.

За последние годы появилось много различных систем хранения энергии на основе криогенных технологий сжижения воздуха. Они работают на основе циклов сжатия и сжижения воздуха, и могут использоваться для хранения электроэнергии, получаемой из возобновляемых источников.

Одним из главных преимуществ этого метода является его высокая эффективность. Криогенные системы хранения энергии могут иметь высокий КПД и обладать высокой плотностью энергии, что делает их конкурентоспособными по сравнению с другими системами хранения энергии.

Кроме того, криогенные системы хранения энергии могут применяться в различных областях.

Однако, несмотря на все преимущества, есть и некоторые ограничения криогенных систем хранения энергии. Главными из них являются низкая температура сжиженного воздуха, который может быть опасен для рабочих и переменчивость его плотности, что может затруднять сохранение энергии.

Одним из главных преимуществ криогенных систем хранения энергии является возможность использования их как резервных источников энергии для электростанций. Такие системы могут быстро запускаться и останавливаться, обеспечивая гибкость работы электростанции и улучшая ее надежность.

Криогенные системы также могут использоваться для некоторых процессов охлаждения и поддержания постоянной температуры в промышленности.

Кроме того, криогенные системы могут использоваться для увеличения продолжительности работы беспилотных летательных аппаратов и систем наблюдения, так как они обеспечивают высокую концентрацию энергии при низком весе. Кроме того, системы хранения энергии на основе криогенных технологий могут использоваться для лечения болезней, таких как рак, с помощью лучевой терапии.

Однако, несмотря на все преимущества, криогенные системы хранения энергии также имеют и некоторые недостатки. Они могут быть достаточно дорогими, как в производстве, так и в эксплуатации. Кроме того, для работы такой системы необходимо поддерживать достаточно высокую степень вакуума, что также требует определенных затрат.

Таким образом, несмотря на некоторые ограничения, криогенные системы хранения энергии становятся все более актуальными в современном мире и находят все большее применение в различных областях. Технологии сжижения воздуха продолжают совершенствоваться, уменьшая недостатки и повышая безопасность и эффективность использования. В будущем можно ожидать дальнейшего развития и улучшения криогенных систем класса хранения энергии для всего человечества.

Одним из затруднений при использовании криогенных систем хранения энергии является высокая стоимость производства этих устройств. Кроме того, требуется большое количество энергии для сжижения воздуха, что может привести к отрицательному эффекту на окружающую среду. Несмотря на это, новые технологии, такие как использование твердых тел или жидкости для хранения энергии могут значительно снизить стоимость и улучшить применимость криогенных систем хранения энергии.

Еще одной проблемой при использовании криогенных систем хранения энергии является необходимость тщательного контроля за процессом сжижения воздуха. Если система не работает должным образом, это может привести к повреждению оборудования и даже к возможному взрыву. Поэтому, необходимо разработать специальные меры безопасности и строго следовать инструкциям по эксплуатации системы хранения энергии на основе криогенных технологий сжижения воздуха.

Также, стоит отметить, что криогенные системы хранения энергии не могут быть использованы везде. В тех регионах, где круглый год царят низкие температуры, это может быть эффективным решением. Однако, в регионах со средними и высокими температурами, системы хранения энергии на основе криогенных технологий могут вызывать определенные проблемы. Например, в таких условиях может происходить потеря эффективности в процессе хранения энергии из-за быстрого испарения сжиженного воздуха.

В заключение, можно сказать, что системы хранения энергии на основе криогенных технологий сжижения воздуха представляют собой перспективное решение для энергетических проблем общества. С высоким КПД и плотностью энергии, эти системы могут стать конкурентоспособными в сравнении с

другими системами хранения энергии. Однако, важно продолжать исследования и совершенствование технологий, чтобы повышать эффективность и безопасность использования криогенных систем хранения энергии.

В.А. Кириченко, к.т.н., доцент,

Е.А. Щуко, студ. 3-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ УГЛА НАКЛОНА КОНВЕЙЕРА НА ЕГО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Основной проблемой, которая возникает при увеличении угла наклона ленточного конвейера, является способ удержания груза на несущем органе, поскольку при увеличении угла более “критического” сила трения груза об несущий орган становится меньше продольной составляющей веса груза, который начинает скользить вниз.

Одним из основных вопросов при определении производительности наклонного конвейера является нахождения рациональных параметров грузонесущего органа, который обеспечивает максимальный объем «порции» груза перед подпорным элементом и, таким образом, максимальную производительность, т/ч:

$$Q = 3,6vq,$$

где v – скорость движения грузонесущей ленты, м/с;

q – погонная масса груза, кг/м.

$$q = \frac{V\gamma}{l},$$

где V – объем груза перед подпорным элементом, м³;

l – расстояние между подпорными элементами, м;

γ – насыпная плотность, т/м³.

Угол наклона опорных элементов к плоскости грузонесущей ленты целесообразно принимать равным 90°, поскольку его увеличение приводит к снижению производительности конвейера.

Установим зависимость влияния угла наклона конвейера на его производительность, реализовав следующие задачи:

- выбор и обоснование угла наклона конвейера;
- определение объема груза расположенного на ленте на одной перегородке при разных углах наклона конвейера;
- определение зависимости производительности конвейера от угла его

наклона.

Экспериментально на установке, схема которой изображена на рисунке 1, определим объем груза, который удерживается одной перегородкой при разных углах наклона конвейера, и построим по ним графическую зависимость (рис. 2)

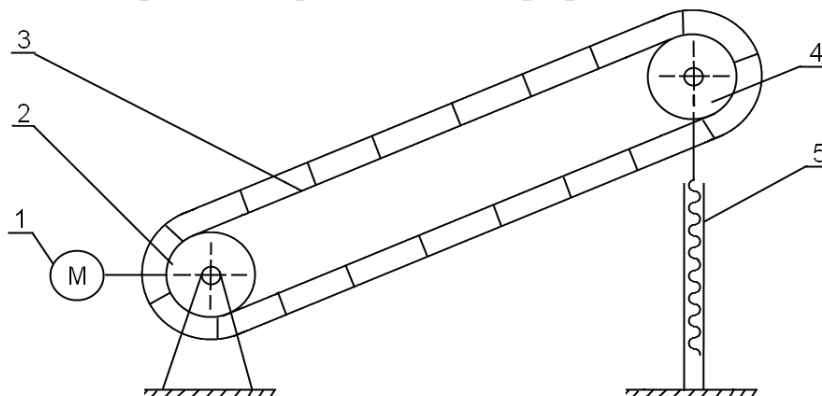


Рисунок 1 – Экспериментальная установка для исследования влияния угла наклона конвейера на его производительность

1 - привод наклонного конвейера; 2 - приводной барабан; 3 - лента с бортами и перегородкой; 4 - натяжной барабан; 5 - подъемное винтовое устройство.

Для экспериментального определения длины груза, который удерживается одной перегородкой подаем сахар на конвейер во время его работы до максимального заполнения лотка при угле наклона 45° . После отключения конвейера измеряем длину расположения груза на наклонном участке ленты. Потом ссыпаем сахар с одного лотка и с помощью мерной емкости определяем его объем. Повторяем экспериментальные исследования при углах наклона 50° , 55° , 60° и 65° . Кратность проведения исследований – 3.

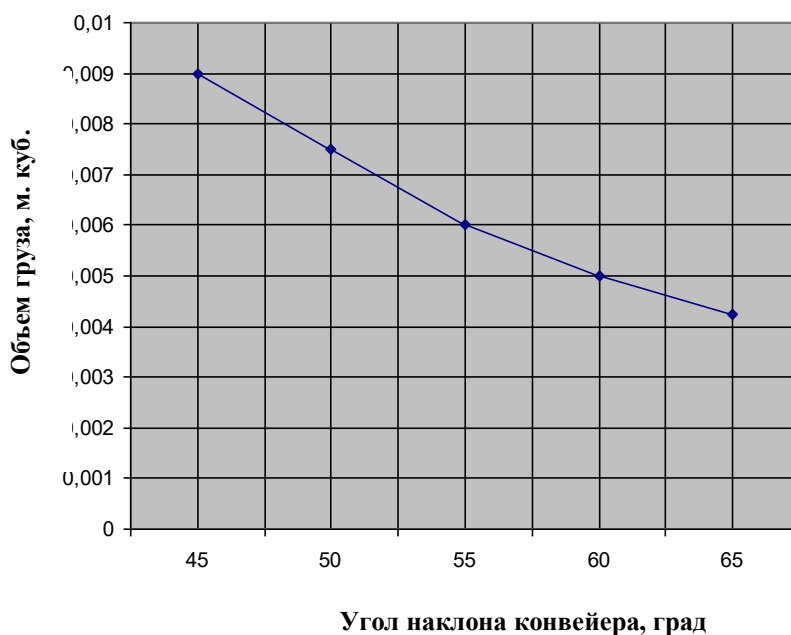


Рисунок 2 – Изменение объема груза от угла наклона конвейера

Вывод: при разных углах наклона конвейера можно получить разный объем транспортируемого груза, удерживаемого одной перегородкой, что повлияет на его производительность.

В.Д. Малыгина, д.э.н., профессор

А.Е. Балдина, студ. 2-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ И ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ШУМА И ВИБРАЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

В производстве пищевых продуктов играет важную роль контроль уровня шума и вибраций. Это необходимо для обеспечения качества продукции, безопасности работников и соблюдения нормативных требований в отношении шума и вибраций.

Разработка инновационных методов и приборов для измерения и контроля уровня шума и вибраций в процессе производства пищевых продуктов является важным направлением исследований и разработок в данной области. Такие инновационные методы и приборы помогают повысить эффективность производства, минимизировать риск возникновения нежелательных последствий в виде потери качества продукции или повреждения оборудования, а также обеспечивают соблюдение нормативных требований по шуму и вибрациям.

Одним из инновационных методов измерения уровня шума является использование шумометров с цифровыми технологиями, которые позволяют точно измерять и анализировать шум на производстве. Такие приборы позволяют определить источники шума и принять меры для его уменьшения.

Также существуют инновационные методы измерения вибраций, которые позволяют определить уровень вибраций на производстве. Они могут быть основаны на использовании специальных датчиков и анализе полученных данных.

Кроме того, разработаны инновационные приборы для контроля шума и вибраций в процессе производства пищевых продуктов. Это могут быть автоматические системы мониторинга, которые контролируют уровень шума и вибраций в режиме реального времени и предупреждают о возможных нарушениях. Такие приборы могут быть подключены к центральной системе управления производством и позволяют оперативно принимать меры для предотвращения негативных последствий.

Еще примером инновационных методов и приборов для измерения и контроля уровня шума в процессе производства пищевых продуктов является применение бесконтактных акустических методов. Например, специализированные микрофоны могут быть установлены вблизи источников шума, таких как оборудование для перемешивания или разрыхления продуктов,

и осуществлять непрерывное измерение уровня шума. В результате такого измерения можно получить точные данные о количестве и длительности шумовых импульсов, что поможет выявить потенциальные проблемы и принять меры по их устранению.

Также разработка инновационных приборов для измерения и контроля уровня вибраций в процессе производства пищевых продуктов весьма актуальна. Одним из примеров таких приборов может быть вибрационный датчик, который может быть установлен на оборудовании и регистрировать изменения уровня вибраций. Это позволяет оперативно выявить возможные неисправности или неправильное функционирование оборудования, а также оптимизировать процессы производства, снизить потери и улучшить качество продукции. Такие приборы позволяют оперативно реагировать на изменения вибраций, что снижает вероятность простоев и аварийных ситуаций. Кроме того, они помогают оптимизировать режимы работы оборудования, что приводит к снижению энергозатрат и повышению эффективности процесса производства.

Вибрационные датчики могут быть интегрированы в автоматические системы контроля и управления производственной линией, что дает возможность получать реально-временную информацию о состоянии оборудования и принимать необходимые меры еще до возникновения серьезных проблем. Это позволяет сократить время проведения профилактических мероприятий и поддерживать оборудование в рабочем состоянии наиболее продолжительное время.

Вибрационные датчики также могут быть использованы для контроля качества продукции. Изменения вибраций могут указывать на возникновение дефектов или несоответствия установленным стандартам.

Другой пример инновационных методов и приборов для измерения и контроля уровня шума и вибраций в процессе производства пищевых продуктов - использование интеллектуальных систем мониторинга и контроля. Такие системы могут быть основаны на использовании датчиков, интегрированных с искусственным интеллектом и алгоритмами машинного обучения. Они позволяют осуществлять непрерывное мониторинг и анализ данных о шуме и вибрациях, автоматически выявлять аномалии и предсказывать возможные проблемы. Это дает возможность оперативно принимать меры по устранению причин возникновения шума и вибраций, а также оптимизировать процессы производства.

Таким образом, разработка инновационных методов и приборов для измерения и контроля уровня шума и вибраций в процессе производства пищевых продуктов является важной задачей. Применение таких методов и приборов позволяет повысить эффективность производства, обеспечить безопасность работников и соблюдение нормативных требований, а также улучшить качество выпускаемой продукции.

Список литературы

1. Заплетников И.Н. Виброакустика оборудования пищевых производств

[Виброакустика оборудования пищевых производств: монография]: монография. - Харьков: НТМТ Опубл. 2015. – 542 с.

2. Иванов Н.И., Защита от шума и вибрации / Н.И. Иванов, А.Е. Шашурин Печатный Цех, 2019. 287 с.

В.А. Кириченко, к.т.н., доцент,

Д.О. Новиков, студ. 4-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МЕТОДОМ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

К перспективным методам диагностирования, в первую очередь, следует отнести быстро развивающиеся методы диагностирования и прогнозирования технического состояния узлов машин по одноразовым измерениям вибрации или шума.

К широко используемым видам диагностики относятся вибродиагностика и виброакустическая диагностика. Вибрационная диагностика – это метод диагностирования технических систем и оборудования, основанный на анализе параметров вибрации, либо создаваемой работающим оборудованием. Вибрационная диагностика, как и другие методы технической диагностики, решает задачи поиска неисправностей и оценки технического состояния исследуемого объекта.

В любой машине обязательно присутствуют вибрации амплитудно-частотные характеристики акустических сигналов-которых является своего рода визитной карточкой машины. По этой карточке можно осуществлять диагноз работоспособности машины, ее состояния и при необходимости назначить своевременное "лечение".

В общем случае алгоритм распознавания неисправностей в задаче виброакустической диагностики включает два основных этапа:

- 1) определение совокупности информативных признаков, высокочувствительных к распознаваемому классу неисправностей;
- 2) принятие решения об отнесении текущего состояния объекта к одному из распознаваемых состояний.

Внедрение виброакустической диагностики требует решения следующих вопросов: создание приборов и устройств для проведения акустических диагнозов технического состояния машины, установления зависимости между техническим состоянием машины и акустическими сигналами, определения влияния рабочих нагрузок и ряда случайных факторов на параметры акустического сигнала, изучения акустического образа машины в каждом конкретном случае.

Виброакустическая диагностика широко используется для оценки состояния роторного оборудования - турбоагрегатов, центробежных насосов и

компрессоров, зубчатых передач, двигателей внутреннего сгорания, трубопроводов и запорной арматуры, строительных конструкций.

Применительно к роторам и валам турбин электростанций для обнаружения трещины используют резонансный метод диагностики, как одно из направлений виброакустической диагностики. Основным диагностическим признаком наличия трещины в вале является зависимость низших собственных частот поперечных колебаний от углового положения ротора.

Для оценки технического состояния зубчатых колес редукторов и своевременного обнаружения в рабочих условиях эксплуатационных повреждений зубьев (износа, выкрашивания на рабочих профилях, трещины у основания зуба, скола и поломки зубьев) целесообразно использовать методы и средства виброакустической диагностики машин, базирующиеся на синхронном накоплении сигналов вибрации редукторов.

Таким образом широкое внедрение безразборной виброакустической диагностики на машиностроительных предприятиях, а также в эксплуатационных и ремонтных организациях в комплексе с современными неразрушающими методами контроля является важным резервом повышения качества изготовления и ремонта машин, сокращения непроизводительных простоев техники, расхода запасных частей и горючесмазочных материалов, трудовых затрат и капиталовложений.

Использование средств виброакустической диагностики позволяет предотвратить, внезапные отказы, исключить вскрытие механизмов для визуального определения их технического состояния, перейти от планового технического обслуживания машин и механизмов к обслуживанию в зависимости от фактического технического состояния.

В.А. Кириченко, к.т.н., доцент,

Д.О. Новиков, студ. 4-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

МЕТОДЫ АКТИВНОГО СНИЖЕНИЯ ШУМА В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Шум как физический фактор представляет собой волнообразно распространяющееся механическое колебательное движение упругой среды, носящее обычно случайный характер.

Шум как гигиенический фактор – это совокупность звуков различной частоты и интенсивности, которые воспринимаются органами слуха человека.

К настоящему времени накоплены многочисленные данные, позволяющие судить о характере и особенностях влияния шума на слуховую функцию. Помимо действия шума на органы слуха установлено его вредное влияние на многие органы и системы организма, в первую очередь на центральную нервную систему.

Один из основных источников шума в пищевой промышленности –

различное технологическое оборудование.

Проблема снижения шума решается двумя методами: активным и пассивным. Пассивные акустические средства защиты от шума подразделяются на средства звукоизоляции, звукопоглощения и глушители шума.

Существуют также методы активного воздействия на шум. Под активным воздействием понимается подача на объект сигнала, находящегося в противофазе к сигналу, вырабатываемому самим объектом. Система состоит из датчиков, воздействующих элементов и управляющего устройства. Сигнал, создаваемый устройством, управляет антишумовыми и антивибрационными воздействующими элементами. Их воздействие должно быть адекватным акустической мощности или ускорению конкретных участков корпуса оборудования.

Известные системы активного шумоподавления, в принципе, действуют следующим образом: первичный возбудитель, например, источник шума, возбуждает по меньшей мере одну первичную звуковую волну, имеющую, например, синусоидальную форму. Для того чтобы снизить уровень этой первичной звуковой волны или даже полностью подавить ее при активном шумоподавлении, на эту первичную звуковую необходимо наложить вторичную звуковую волну или волну шумоподавления, имеющую такую же амплитуду и частоту, но фаза которой сдвинута на 180° . Для этой цели используется регулирующее устройство. В этом регулирующем устройстве осуществляется обработка опорного сигнала, синхронного с первичной звуковой волной, который вырабатывается опорным датчиком, и сигнала ошибки, который измеряется датчиком ошибки, например соответствующим микрофоном, и в результате формируется вторичный сигнал, частота которого равна частоте опорного сигнала, а амплитуда и фаза отличаются. Этот вторичный сигнал подается во вторичные возбудители звуковых волн, например в громкоговорители, которые преобразуют вторичный сигнал в волну или волны шумоподавления. Затем суммарные волны снова измеряются датчиком ошибки, и процесс регулирования продолжается таким образом, чтобы минимизировать суммарную звуковую волну.

Средства активного снижения шума позволяют эффективно бороться с шумом на частотах от 20 до 500 Гц, тогда как пассивные средства снижения шума на этих частотах теряют свою эффективность, как с акустической, так и с экономической точки зрения.

Активные системы шумоподавления, главным образом, характеризуются мобильностью, простотой установки, в сравнении с пассивными системами. Преимущество активных систем также заключается в том, что они способны подавлять шум в той же среде в которой находится человек, например подавить шум работающего рядом оборудования. Поэтому актуальность построения и использования таких систем со временем растет.

Еще одна область, где появились системы шумоподавления – наушники.

Все наушники с активным шумоподавлением устроены похожим образом. В их корпусе располагаются микрофоны, которые улавливают внешние шумы. Микрофоны должны располагаться как можно ближе к ушному каналу, чтобы

принимать именно тот сигнал, который слышит ухо. Электронная схема инвертирует сигнал и передает его на динамик, который и посылает к уху звуковую волну в противофазе.

Наушники эффективно снижают уровень внешнего шума во всем диапазоне звуковых частот благодаря комбинированному применению звукопоглощающих материалов (пассивное снижение шума) и системы активного снижения шума.

Большинство проблем, возникающих с активным шумоподавлением, связано с тем, что корректирующий сигнал должен находиться точно в противофазе с шумом. Если его фаза смещается, это приводит к негативным эффектам: от искажения звука до возрастания громкости шума вдвое. Активное шумоподавление отлично работает с низкочастотными шумами. Их длина волны (расстояние между двумя уплотнениями) настолько велика (до нескольких метров), что промахнуться с фазой невозможно. Подавлять высокочастотные шумы намного сложнее. По схожим причинам наушники успешно подавляют монотонные шумы, но плохо справляются с резкими звуками. С другой стороны, корпуса многих наушников хорошо защищают от высокочастотных звуков, а низкие остановить не в состоянии.

Активная система снижения шума наиболее эффективна в низкочастотном диапазоне до 400 Гц. Объединение пассивного и активного методов позволяет добиться максимального эффекта снижения шума во всем диапазоне звуковых частот.

Использование шумозащитных наушников позволяет повысить комфортность и соблюдение санитарных норм при работе человека в условиях повышенного шума. Это приводит к снижению усталости и, в конечном итоге, к повышению производительности и безопасности труда.

С.В. Громов, к.т.н., доцент,

А.В. Цвирко, студ. 3-го курса,

А.С. Лукьянченко, студ. 2-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ИССЛЕДОВАНИЕ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КАРТОФЕЛЕЧИСТКИ МОК-350

Исследование шумовых характеристик картофелечистки МОК-350 проводилось с применением метода ускоренных испытаний. После каждого цикла ускоренных испытаний проводились измерения шумовых характеристик картофелечистки при работе без продукта с целью определения тенденции изменения шумовых характеристик картофелечистки во времени. Измерения проводились аттестованным шумомером 00023 «Роботрон». Шумовые характеристики картофелечистки определялась при работе без продукта для того, чтобы обнаружить изменения конструкционного шума, то есть без влияния шума, вызванного столкновением картофеля с рабочим органом и

камерой картофелечистки. После 372 часов общего времени работы в нагруженном режиме произошел электромеханический отказ, то есть картофелечистка вышла из рабочего состояния. Это произошло вследствие выхода из строя верхнего подшипника, установленного на валу рабочего органа.

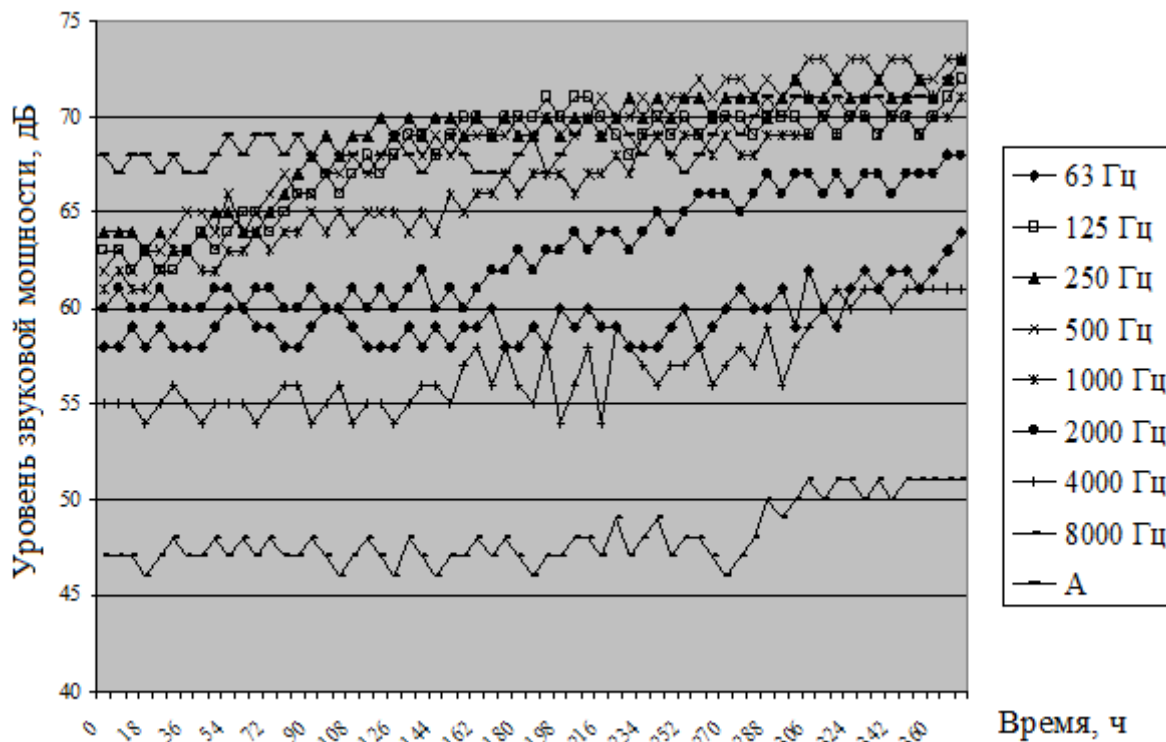


Рисунок 1 – График изменения шумовых характеристик картофелечистки МОК-350 во времени

По усредненным результатам десятикратных измерений шумовых характеристик картофелечистки в контрольных измерительных точках после каждого цикла ускоренных испытаний были определены значения звуковой мощности, дБ и скорректированного уровня звуковой мощности, дБА. Полученные значения проиллюстрированы графиком на рисунке 1. Из графика видно, что наступлению электромеханического отказа предшествовало стремительное повышение уровня звуковой мощности. Наиболее стремительное повышение уровня излучаемого звука наблюдалось на высоких частотах. Кроме того, как видно из графика на рисунке 2 произошло превышение предельно допустимых норм шума на октавных частотах 500Гц, 1000 Гц и 2000 Гц.

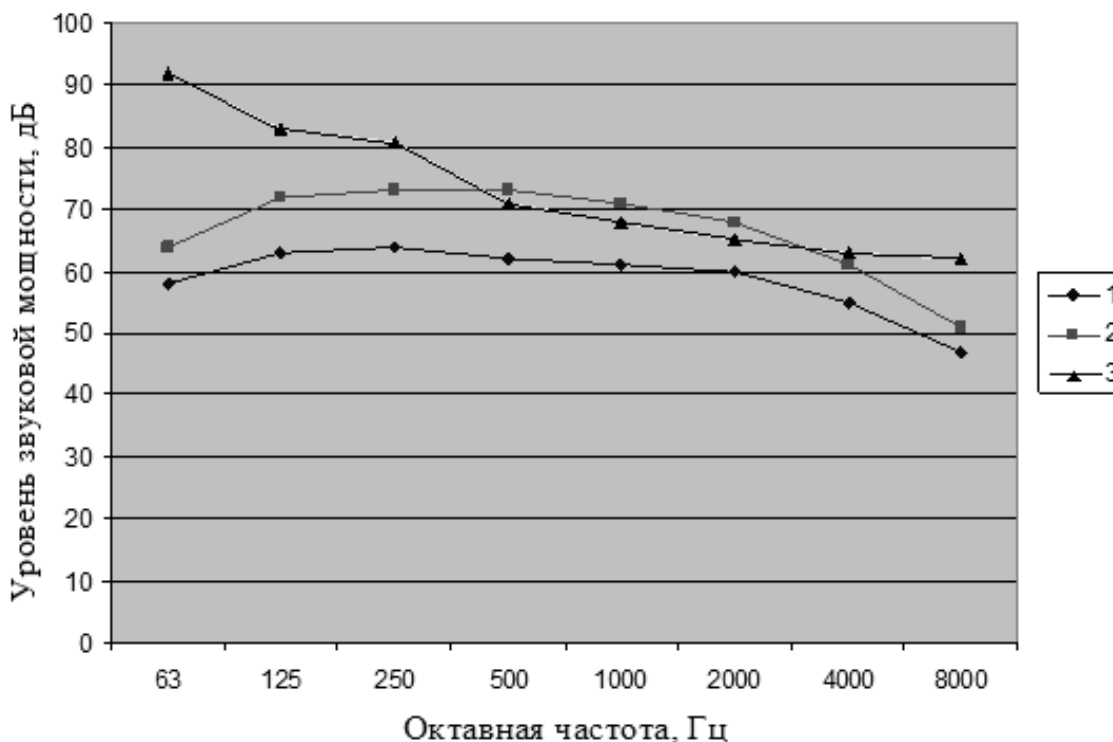


Рисунок 2 – Шумовая характеристика картофелечистки МОК-350
1 – до проведения ускоренных испытаний; 2 – после проведения ускоренных испытаний; 3 – предельно допустимые значения уровня звуковой мощности

Вывод: на основании анализа повышения уровня излучаемого шума картофелечистки и выхода ее из рабочего состояния, можно уверенно утверждать, что повышение уровня звуковой мощности на высоких частотах отвечает появлению дефектов в подшипнике.

Е.А. Прач, студ. 4-го курса д/о

Научный руководитель

И.Н. Заплетников, д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ОСОБЕННОСТИ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОВОЩЕРЕЗОК ПРЕДПРИЯТИЙ ПИТАНИЯ

Одной из наиболее трудоемких технологических операций на предприятиях питания является измельчение овощного сырья. Для механизации этой операции заводами и фирмами в России и за рубежом выпускаются машины нарезания овощей (МРО), которые применяются на предприятиях питания различного профиля.

Конструкция машин МРО отличается малыми габаритами, низким энергопотреблением, надежностью, качественным выполнением

технологических функций. По принципу действия машины МРО встречаются как периодического, так и непрерывного действия. Последние машины получили преимущественное применение в специализированных предприятиях пищевой промышленности. Овощерезки периодического действия нашли распространение на предприятиях питания, особенно быстрого приготовления.

Конструкция МРО периодического действия включает электродвигатель, клиноременную передачу на вертикальный вал, на который насаживаются диски с ножами. Подача овощного сырья к ножам осуществляется периодически с помощью толкателя и (или) рычажного сегмента вручную через съемное загрузочное приспособление.

Такой способ подачи влияет на производительность машин и на их выбороакустические характеристики, в т. ч. на излучаемый уровень шума. Характеристикой излучаемого шума машинами является уровень звуковой мощности (УЗМ), который не должен превышать требования санитарных норм по шуму для соответствующих помещений, где эксплуатируется машина. Овощерезки попадают под действующий ныне в РФ стандарт ГОСТ 12.1.036-81 ССБТ Шум. Допускаемые уровни в жилых и общественных зданиях. В данном стандарте устанавливаются допускаемые нормы по шуму для помещений столовых, ресторанов и кафе – 55 дБА, для торговых и пассажирских залов – 60 дБА. Для УЗМ овощерезок эти нормы соответствуют 68 и 73 дБА.

В результате многолетних исследований ШХ овощерезок, выпускаемых в РФ, Республикой Беларусь были установлены УЗМ по характеристике А, которые приведены в таблице.

Таблица - Уровни звуковой мощности овощерезок

Наименование оборудования	Холостой ход А, дБА	Превышение над нормой, дБА	Под нагрузкой А, дБА	Превышение над нормой, дБА
МРО 50 – 200 (РБ)	70	2	78	10
МРО 350 (РБ)	79	11	86	18
Гамма – 5А (РФ)	74	6	89	21
МПР – 350 (РБ)	76	8	89	21
Robotcoyne CL -30 (Франция)	70	2	92	24

Следует отметить, что действующий предельно допустимый уровень звука по ГОСТ 12.1. 036-81 и последние санитарные нормы по шуму СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» с допустимыми нормами по шуму (80-85 дБА) плохо согласуются друг с другом. Заводы-изготовители получили возможность выпускать менее качественную продукцию, с более низким техническим уровнем. Ведь уровень излучаемого оборудованием шума характеризует и качество конструкции, и качество изготовления, и сборку.

Анализ результатов таблицы показывает, что уровень звуковой мощности

овощерезок превышает предельно-допускаемые значения при работе без нагрузки (холостой ход) на 2-11 дБА в зависимости от типа оборудования. При работе этих машин под нагрузкой (рабочий ход) превышение норм достигает более значительных размеров 10-21 дБА.

Расхождение в значениях УЗМ наблюдается как в отечественных овощерезках, так и у зарубежных овощерезках.

В заключение отмечаем, что необходимо совершенствовать конструкцию овощерезательных машин для предприятий питания с целью снижения излучаемого шума и повышения технического уровня изделия.

М.М. Гусев

Научный руководитель

И.Н. Заплетников, д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАШИНЫ ОЧИСТКИ КАРТОФЕЛЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИТАНИЯ

Развитие отраслей общественного питания и торговли по пути научно-технического прогресса включает в себя их реконструкцию и перевооружение на базе широкого внедрения в производственные процессы технологического оборудования. Насыщение предприятий общественного питания техническим оборудованием связана с повышением уровня шума в производственных помещениях.

Одним из показателей технического уровня и качества технологического оборудования является уровень излучаемого им шума. Шум технологического оборудования вредно действует на организм человека, снижает производительность труда, утомляет оператора, в результате чего способствует возникновению травм и профессиональных заболеваний.

В настоящее время на предприятиях общественного питания в овощных цехах применяются овоще очистительные машины МОК-250, МОК-150 и МОК-350, которые выпускаются белорусским ПО «Торгмаш». Виброакустические характеристики данных машин не соответствуют уровню нормирования шума по ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».

Основным методом уменьшения производственного шума для улучшения санитарно-гигиенических условий труда работников предприятий общественного питания и торговли является снижение шума, излучаемого торгово-технологическим оборудованием.

Улучшение шумовых и вибрационных характеристик овоще очистительного оборудования приведет к улучшению санитарно-гигиенических условий труда работников предприятий.

Машины очистки картофеля периодического действия типа МОК нашли широкое применение на предприятиях питания малой, средней и большой

мощности. Они серийно выпускаются Белорусским ПО торгового машиностроения. Наибольшее распространение получила машина МОК-150 (рис. 1).

На основании проведенных исследований шумовых и вибрационных характеристик машины установлено, что основными источниками шума в машине является электродвигатель и процесс соударения продукта со стенками рабочей камеры и рабочим органом.

Демпфирование колебаний электродвигателя от корпуса машины достигается установкой под фланец электродвигателя 4-х резиновых виброизоляторов 2 толщиной 4 мм, а также прокладки 3 между головкой натяжного винта клиноременной передачи, выполненной из резиноканевого материала типа "бельтинг", и основанием машины.

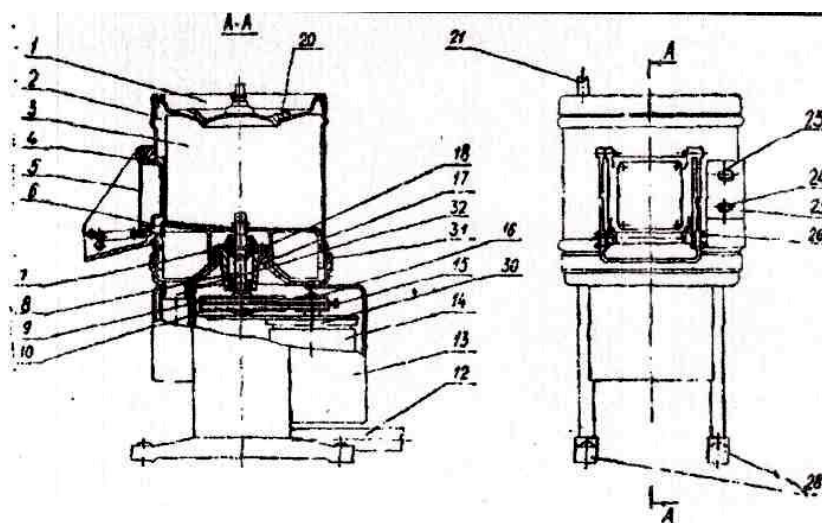


Рисунок 1 - Машина для очистки картофеля и овощей периодического действия МОК-150

Виброизоляция подшипникового узла машины достигается установкой пластмассовых стаканов 4 между корпусом подшипника и наружным кольцом.

Электродвигатель находится в корпусе машины, который недостаточно выполняет функции звукоизолятора. Целесообразно наклеить на него звукоизолирующий материал 6, например, базальтовые волокнистые маты.

С целью улучшения шумовых и вибрационных характеристик машины рекомендуется нанести на стенку рабочего цилиндра с наружной стороны слой пенополиуритана, толщиной 8 мм либо изготовить рабочий цилиндр из разрешенных к применению в пищевой промышленности пластмассовых материалов на полиэтиленовой основе толщиной 4-5 мм с вплавлением в него абразивного материала и упрочнением его по концам металлической лентой.

Эксплуатация машины МОК-150 на предприятиях питания обнаружила еще один недостаток: острые кромки режущих элементов рабочей камеры быстро забиваются кожурой. В результате, их очистительная способность сводится к нулю. Вода их смывает плохо. Приходится очищать, обработанную поверхность вручную капроновой щеткой. Это приводит к снижению эксплуатационной производительности машины и ухудшает качество очистки

клубней.

С целью устранения этих недостатков предлагается заменить цилиндрические зазубренные режущие элементы на сферические элементы типа бытовых терок.

Модернизованная машина может устанавливаться на предприятиях питания и включаться в систему энергосбережения этих предприятий.

Конструкция модернизированной машины соответствует требованиям охраны труда и технике безопасности.

Н.В. Белоус, студ. 5-го курса ИПП, А.Р. Джуплий, магистрант

Научный руководитель

И.Н. Заплетников, д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

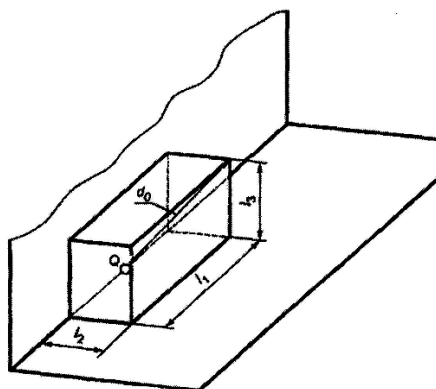
МЕТОДОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАШИН, РАСПОЛОЖЕННЫХ У СТЕНЫ

Определение уровня звуковой мощности машин (УЗМ) предусматривает учет не только габаритов машины, но и типовое расположение её в производственных цехах согласно руководству по эксплуатации. В соответствии со стандартом РФ в области акустики машин ГОСТ Р 51401-99 (ныне ГОСТ Р ИСО 3744-2013). «Шум машин. Определение уровней звуковой мощности источников шума по звуковому давлению. Технический метод в существенно свободном звуковом поле над звукоотражающей плоскостью». Шумовая характеристика включает скорректированный по А УЗМ, а также УЗМ в октавных полосах частот. Максимальные погрешности измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Верхние границы оценки среднего квадратического отклонения воспроизводимости σ_R уровней звуковой мощности

Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц	Среднегеометрическая частота третьоктавной полосы, Гц	Среднее квадратическое отклонение воспроизводимости σ_R , дБ (дБА)
63	50-80	5*
125	100-160	3
250	200-315	2
500-4000	400-5000	1,5
8000	6300-10000	2,5
При измерениях с частотной характеристикой А шумомера		1,5**
* Обычно вне помещений. Многие помещения не удовлетворяют частотной полосе.		
** Для источника шума с сравнительно «плоским» спектром в диапазоне частот 100-10000 Гц (широкополосный шум с относительно равномерным спектром).		

Измерительное расстояние следует определять согласно рисунку 1 и зависимости 1.



$$d_0 = \sqrt{(l_1/2)^2 + l_2^2 + l_3^2} \quad (1)$$

б) Огибающий параллелепипед на двух звукоотражающих плоскостях

Площадь измерительной поверхности S , m^2 , в виде параллелепипеда, соответствующей рисункам 2, рассчитывают по формуле

$$S = 4(ab + bc + ca) \quad (2)$$

где $a=0,5l_1+d$; $b=0,5l_2+d$; $c=l_3+d$;

l_1, l_2, l_3 – длина, ширина и высота огибающего параллелепипеда соответственно.

Число точек измерения – 4

Между микрофоном и источником шума не должны находиться люди или предметы, искажающие звуковое поле. Расстояние между микрофоном и наблюдателем должно быть не менее 0,5 м. Вычисление уровня звукового давления, усредненного по измерительной поверхности. Средний измеренный уровень звукового давления \bar{L}'_p , дБ, на измерительной поверхности (средний уровень звука или средний эквивалентный уровень звука, дБА, или средний уровень звукового давления в частотной полосе) при работающем источнике шума рассчитывают по формуле:

$$L'_p = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1L'_{pi}} \right] \quad (3)$$

где L'_{pi} – уровень звукового давления, измеренный в i -и точке измерения, дБ (дБА);

N - число точек измерения.

Вычисляют уровень звуковой мощности L_w , дБ, по формуле

$$L_w = \bar{L}_{pf} + 10 \lg \left(\frac{S}{S_0} \right) \quad (4)$$

где \bar{L}_{pf} - средний на измерительной поверхности уровень звука или эквивалентный уровень звука, или средний на измерительной поверхности уровень звукового давления в частотной полосе;

S – площадь измерительной поверхности, м²;

$S_0 = 1 \text{ м}^2$

Результат расчета по формуле (4) скорректированного по A уровня звуковой мощности округляют до ближайшего значения, кратного 0,5 дБ.

П.О. Малик, студ.,

А.В. Гордиенко, к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕСТОМЕСИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Вибрационные характеристики всегда являлись одними из основных показателей качества машины и ее конкурентоспособности, как на отечественном рынке, так и на мировом. Благодаря этому научно-технические работы, которые направлены на улучшение данных характеристик, являются современными и актуальными. Необходимо периодически контролировать машины на превышение санитарно-гигиенических норм в процессе их эксплуатации.

Цель работы – определение зависимости вибрационной характеристики от технологических параметров тестомесильной машины в различных режимах.

Благодаря проведенным ранее исследованиям ВХ [1,2] тестомесильных и взбивальных машин известно, что наиболее существенное влияние на ВХ оказывают технологические, кинематические и динамические характеристики. Также анализ вышеуказанных информационных источников указал на отсутствие информации о ВХ машины PSP-800 KG-8.

Тестомесы используются для приготовления различных видов теста: жидкого, бисквитного, дрожжевого, а также крутого. Консистенция теста характеризуется его плотностью ρ . Работа машины зависит и от объема V теста в бачке, а также от частоты вращения рабочего органа n .

Среди машин зарубежного производства большое распространение в странах СНГ получил тестомес спиральный Pasquini PSP-800 KG-8. Тестомесильные машины серии PSP-800 обладают высокими технико-экономическими показателями: низкой материалоемкостью, компактностью, достаточной производительностью для предприятий пищевой промышленности, возможностью подключения к сети как 220 В, так и 380 В, хорошим дизайном. Несмотря на перечисленные достоинства, машина зачастую является источником повышенной вибрации, которая превышает допустимые нормы согласно ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность. Общие требования» [3].

Все измерения были проведены в реверберационной камере в лаборатории кафедры оборудования пищевых производств ГО ВПО «ДонНУЭТ», где размещалась тестомесильная машина в соответствии со стандартом ГОСТ 31319-2006 «Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Требования к проведению измерений на рабочих местах» [5]. Объём камеры составляет 106,75 м². Использовалась виброзаписывающая аппаратура: шумомер «Ассистент» РФ с автоматической записью в онлайн режиме ВХ и передачей архива измерений на персональный компьютер (ПК).

В качестве исследуемого образца использовался натуральный образец тестомесильной машины серии PSP-800 KG-8 итальянского производства фирмы «Pasquini» с планетарным движением рабочего органа. Техническая характеристика: производительность $Q=30$ кг/ч, мощность электродвигателя $N=0,37$ кВт, напряжением $U=220$ В, масса $M=38$ кг, число оборотов рабочего органа $n=10$ мин⁻¹, объём дежи $V=11$ л, габариты – 345x400x590 мм.

Машина устанавливалась на технологическом столе. В качестве обрабатываемого продукта использовалось тесто с плотностями 1170 и 1240 кг/м³. Объём продукта в деже составлял $2 \cdot 10^{-3}$ и $4 \cdot 10^{-3}$ м³. Скорость вращения спирали менялась при помощи частотного преобразователя от 8,6 до 10,4 об/мин. Фактический контроль частоты вращения осуществлялся тахометром. Вибро-преобразователь AP38 устанавливался на тестомесе в точке источника возмущающих динамических колебаний (опора крепления двигателя), а также на корпусе тестомеса возле опор крепления к производственному столу.

В результате на ПК были записаны осциллограммы в реальном масштабе времени изменения виброускорения машины на электродвигателе $a_{дв}$, дБ, м/с² и корпусе машины a_k , дБ, м/с². Тарировка осциллограмм по уровням виброускорения проводилась по прибору «Ассистент».

Машина PSP-800 KG-8 исследовалась в режимах работы: без нагрузки (ХХ), при замесе теста (РХ) различной плотности, различного объёма теста и частоте вращения рабочего органа, т.е. применён метод планирования эксперимента вида 2³ по методике Бокса-Уилстона.

Результаты предварительного экспериментального исследования показали (табл. 1), что машина генерирует постоянную вибрацию, как без нагрузки, так и под нагрузкой.

Эквивалентное виброускорение в точке опоры машины на корпусе $a_{корп}$ при работе на холостом ходе (ХХ) $a_{корп} = 2,1 \cdot 10^{-2}$ м/с², при рабочем ходе (РХ) с продуктом $a_{корп} = 12-17 \cdot 10^{-2}$ м/с². Виброускорение в точке крепления электродвигателя $a_{двиг}$ на ХХ составляет $a_{двиг} = 4,1 \cdot 10^{-2}$ дБ, при РХ $a_{двиг} = 19-23 \cdot 10^{-2}$ м/с².

Проведённый анализ сравнения значений $a_{двиг}$ и $a_{корп}$ показал разницу значений. Виброускорение $a_{корп}$ и $a_{двиг}$ колеблется от $2 \cdot 10^{-2}$ до $7,3 \cdot 10^{-2}$ м/с². Виброускорение от опор крепления двигателя до корпуса затухает, т.е. значения $a_{корп}$ меньше $a_{двиг}$ на 32–48%.

Таблица 1 – Виброускорение на корпусе и на двигателе машины

Режим работы машины	Параметр	Уровни вибрации, $a_f \cdot 10^{-2} \text{ м/с}^2$, в октавных полосах частот, Гц								Виброускорение, $a \cdot 10^{-2}, \text{ м/с}^2$
		8	16	31,5	63	125	250	500	1000	
Хол. ход	$a_{\text{корп}}, \text{ м/с}^2$	0,35	1,3	1	4,1	6,2	14	21	39	2,1
	$a_{\text{двиг}}, \text{ м/с}^2$	0,5	0,7	5,1	6,7	4	22	96	18	4,1
РХ _{мин}	$a_{\text{корп}}, \text{ м/с}^2$	0,7	2,8	1	2,7	6,3	22	4,5	45,7	3,3
	$a_{\text{двиг}}, \text{ м/с}^2$	1,3	1	3,3	4,9	6,6	36	95	34	4,5
РХ-1	$a_{\text{корп}}, \text{ м/с}^2$	1,2	2,8	2,1	9,3	6,8	84	64	56	12,8
	$a_{\text{двиг}}, \text{ м/с}^2$	2,2	0,9	2,3	17,7	34,7	225	61	34	18,9
РХ-2	$a_{\text{корп}}, \text{ м/с}^2$	0,9	2,9	1,3	9	72	109	51	51	14,7
	$a_{\text{двиг}}, \text{ м/с}^2$	1	0,7	2,2	17	43	265	89	30	22
РХ _{макс}	$a_{\text{корп}}, \text{ м/с}^2$	0,88	2,98	1,3	10,7	87	107	43	63	17
	$a_{\text{двиг}}, \text{ м/с}^2$	1,2	1,3	2,5	18	40	268	71	42	23

Уровни вибрации в октавных полосах частот показали, что на частотах 250-1000 Гц значения виброускорения значительно выше значений на частотах 8-63 Гц. На низких частотах 8-31,5 Гц виброускорение имеет значения $0,35-2,5 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}^2$, на средних частотах 63-125 Гц $a_f=4,1-72 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}^2$ и на частотах 250-1000 Гц $a_f=14-225 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}^2$.

Для снижения уровня вибрации от машины PSP-800 KG-8 целесообразно изменить конструкцию редуктора машины с зубчатого на червячный или применить виброизоляторы под опоры машины.

Проведенные исследования показали, что машина замеса теста PSP-800 KG-8 не в полной мере удовлетворяет санитарным нормам по вибрации для стран СНГ. Основной источник вибрации - редуктор. Этот вывод подтверждается и исследованием многофакторных моделей виброускорения на корпусе $a_{\text{корп}}$ и виброускорения на опорах крепления двигателя $a_{\text{двиг}}$ машины, которые показали, что с повышением частоты вращения рабочего органа, а соответственно и последней ступени редуктора излучение вибрации машиной возрастает. В результате исследований получены рабочие уравнения для определения виброускорения на опорах крепления двигателя $a_{\text{двиг}}$ и виброускорения на корпусе $a_{\text{корп}}$ машины. Даны рекомендации по снижению излучаемой вибрации. Дальнейшие исследования будут направлены на апробацию методов улучшения ВХ машины замеса теста PSP-800 KG-8.

Список литературы

1. Заплетников И.Н. Виброакустика оборудования пищевых производств: монография. – Харьков: Изд-во НТМТ, 2015. – 542 с.
2. Заплетников И.Н., Исследование шумовых характеристик планетарного миксера ВМ-10 / И.Н. Заплетников, А.В. Гордиенко, А.К. Пильненко// Noise Theory and Practice: Электронный научный журнал – СПб: ООО «Институт акустических конструкций», 2016. – Вып. 2. – №4. – 89 с. – С. 17-23.

3. ГОСТ 12.1.012-2004 Вибрационная безопасность. Общие требования. Введ. с 07.01.2008. – М.: Стандартинформ, 2010. – 20 с.

4. Заплетников И. Н. Шумовые характеристики взбивальной машины для эксплуатации на предприятиях общественного питания / И. Н. Заплетников, А. В. Гордиенко, А. К. Пильненко // «Явления переноса в процессах и аппаратах химических и пищевых производств»: Междун. научно-технич. конф., 16-17 ноября 2016 г.: / редкол. А.Н. Остриков [тезисы докл.] – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГУИТ», 2016. – 624 с. – С. 585-589.

5. ГОСТ 31319-2006 Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Требования к проведению измерений на рабочих местах. Введ. с 01.07.2008. – М.: Стандартинформ, 2008. – 23 с.

Ю.В. Пьянкова, ассистент,

Р.М. Шатерник, студ. 4-го курса

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского»

УТИЛИЗАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ежегодно в мире теряется или выбрасывается треть всех производимых продуктов питания – около 1,3 млрд тонн в год. Официальной статистики, оценивающей фактические объемы продовольственных потерь в России, не существует, также отсутствует общепринятый и надежный метод подсчета объемов продовольственных потерь в отраслях экономики. По данным Росстата продовольственные потери составляют 0,6%; по данным экспертного сообщества – более 40%.

К наиболее эффективным практикам сокращения продовольственных потерь и органических отходов в России относят следующее:

- оптимизация производственной цепочки пищевой промышленности: внедрение технологий замкнутого цикла, извлечение максимальной выгоды из побочных продуктов производств;
- оптимизация сбытового цикла: отказ от существующей концепции «забитых полок» в розничных торговых сетях, передача продуктов питания, годных к употреблению, на благотворительность, использование побочной продукции во вторичном пищевом производстве;
- переработка отходов: использование пищевых отходов и побочного сырья пищевой промышленности и сельского хозяйства для изготовления кормов для животных, переработка органических отходов в грунт и удобрения, получение тепловой энергии за счет сжигания органических отходов, а также промышленное выделение из них попутных газов (производство биотоплива).

Энергосберегающие технологии в пищевых производствах призваны сократить потребление энергии и ресурсов, минимизировать выбросы в

окружающую среду и повысить эффективность процессов производства. Отходы пищевой промышленности содержат большое количество органических компонентов, которые могут быть преобразованы в энергию, а затем утилизированы в виде тепла или электричества. Утилизация органических отходов на предприятиях пищевой промышленности является одной из ключевых задач современного производства. В связи с увеличением потребления пищевых продуктов и наращиванием мощностей пищевой промышленности, накопление органических отходов становится серьезной проблемой, которая требует эффективного решения.

Использование биогаза в пищевых производствах заслуживает особого внимания, поскольку является эффективным способом получения энергии, благодаря его множеству преимуществ. Во-первых, позволяет эффективно использовать органический отход, полученный в процессе пищевого производства. Биогазовые установки могут принимать на переработку широкий спектр отходов, включая остатки от переработки пищевого сырья, продукты питания с истекшим сроком годности и другие органические материалы. Таким образом, биогаз является отличной альтернативой для предотвращения непродуктивного использования и накопления органических отходов. Во-вторых, использование биогаза в пищевых производствах способствует сокращению выбросов парниковых газов в атмосферу. В процессе сжигания биогаза образуется CO_2 , однако, благодаря происхождению этого газа из растительного и животного материала, он является частью цикла углерода и не участвует в увеличении содержания парниковых газов в атмосфере. Таким образом, использование биогаза способствует снижению углеродного отпечатка пищевого производства. В-третьих, использование биогаза обеспечивает стабильность энергоснабжения пищевых производств. Биогаз может быть использован для производства тепловой и электрической энергии, что позволяет снизить зависимость от традиционных, часто нестабильных и истощаемых ресурсов энергии. Это важно для эффективного функционирования пищевых предприятий и снижения эксплуатационных затрат.

Биогаз – ценный возобновляемый источник энергии. Биогазовую энергетику можно считать альтернативой магистральному природному газу и централизованному энергоснабжению предприятий. Биогазовые установки независимы от внешних условий (солнечной активности, наличия постоянных ветров или рек) и могут непрерывно вырабатывать электроэнергию и тепло, то есть являются бесперебойными альтернативными источниками энергии при наличии доступа к стабильным органическим отходам.

В настоящее время в России биогаз, как источник возобновляемой энергии практически не используется, поскольку страна располагает значительными запасами природного газа. Капитальные затраты на внедрение технологии анаэробного сбраживания в несколько раз выше относительно традиционных технологий, что делает ее внедрение затруднительным. Необходимость первоначальных инвестиций – это одна из серьезных проблем внедрения объектов биоэнергетики в России.

Итак, использование биогаза в пищевых производствах представляет собой перспективное решение, которое обеспечивает эффективную утилизацию органических отходов, снижение выбросов парниковых газов и обеспечение стабильного и устойчивого энергоснабжения. Однако, для максимального эффекта и осуществления широкого внедрения биогазовых технологий в пищевое производство, необходимы соответствующие инвестиции и поддержка со стороны государства и бизнес-сообщества.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПИЩЕВОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

В.Н. Кудрявцев Современные тенденции развития пищевой индустрии.....	3
Г.А. Ларионов, Е.Н. Солдатова, А.К. Васильева Нормализация молока в сыроделии.....	6
Е.А. Соловьева, И.А. Денисов Оптимизация процессов пищевой и перерабатывающей промышленности с использованием технологий и моделирования.....	8
В.А. Кириченко, А.В. Котыляк, А.Р. Ищук Проектирование оптимальной формы ножей машины для нарезки зелени.....	10
С.В. Громов, В.Ю. Мовчан Влияние обработки высоким циклическим давлением сливочного масла на его термостойкость	12
В.Д. Малыгина, А.Е. Балдина Оптимизация технологических процессов в пищевой и перерабатывающей промышленности с использованием математического моделирования	14
Е.И. Кипрушкина, В.А.Парамонова, Е.А. Бубыр Исследование убыли влаги из кизильной массы в зависимости от длительности СВЧ-конвективной сушки и выходной мощности магнетрона.....	16
И.А. Сибирцева, А.В. Ищенко, А.В. Великохатко Польза и вред экзотических фруктов.....	18
Н.В. Суханова, И.А. Уланов Моделирование непрерывного процесса отволаживания зерна пшеницы.....	20
А.В. Терёхина, М.В. Копылов Использование псилиума в технологии производства маргариновой продукции.....	21
А.Р.Булгаков, А.В. Гордиенко Усовершенствование процесса водорезания замороженных пищевых продуктов.....	23
А.А. Высоцкий, А.В. Гордиенко Разработка и исследование гидрорезного оборудования.....	26
М.А. Гапечкин, Н.А. Миронова Процесс сушки вторичного сырья плодоовощной промышленности...	28
Д.А. Стовпяга, Н.А. Миронова Комплексная переработка дикорастущего сырья.....	30
Ю.А. Павлушенко, Д.В. Лунёв	32

Интенсификация процесса конширования шоколадных масс.....	
Ю.А. Павлушенко, П.Н. Шапошник	
Перспективы использования каллет для темперирования шоколада....	34
О.Е. Кириченко, И.П. Баштовой	
Озонирование воды: состояние и перспективы.....	35
О.Е. Кириченко, Б.В. Криволап	
Использование отходов пищевой промышленности для получения адсорбентов.....	37
О.Е. Кириченко, А.С. Паленко	
Снижение скорости кристаллизации меда.....	39
В.Ю. Овсянников, П.Е. Ковалева	
Особенности расчета процессов охлаждения и замораживания в пищевой технологии.....	41
А.И. Голиков, А.А. Мезенов	
Моделирование движения зерновки по горизонтальному шнеку в пневматическом сепараторе молотковой дробилки.....	43
А.А. Голикова, А.А. Мезенов	
Моделирование движения гранулы по винтовому рабочему органу в колонне охлаждения гранулированных кормов.....	45
А.В. Дранников, А.Р. Бубнов	
Обоснование и способ получения сухой свекловичной стружки с добавлением мучных отрубей.....	47
М.А. Кураш, Д.С. Костин	
Качественные характеристики пищевой ценности хлеба и их значение.....	48
Ю.А. Катанаева, В.В. Данилец	
Извлечение экстрактивных веществ из растительного сырья методом субкритической водной экстракции.....	49
В.В. Пешня, А.Н. Панфилов, Д.И. Федоренко, С.С. Серёгин	
Технология УЗВ для выращивания рыбы.....	52
А.Н. Поперечный, Д.Н. Панасюк, О.Э. Павлий	
Соевые бобы: ценность и кинетика сушки при СВЧ и ИК нагревах....	56
В.В. Крушельницкий, А.А. Яшонков	
Исследование минерального состава крекеров, обогащенных клетчаткой.....	61
И.А.Зотова	
Исследование компрессионных характеристик яблочных выжимок....	63
Е.А. Пшенов, С.С. Блёскин	
Компьютерное моделирование процесса отделения мелкодисперсных частиц в циклонных аппаратах.....	65
В.С. Гаврыш, В.Э. Белокрылов, М.В. Стрельцов	
Процесс замораживания овощей и фруктов.....	67

Д.К. Кулешов, Д.Э. Назарова Проблемы и перспективы развития отрасли машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности.....	69
Е.С. Дмитриева, Н.Н. Севаторов Перспективы развития пищевой промышленности.....	71
В.Н. Кудрявцев Концентрация и интеграция мясопроизводящей и мясоперерабатывающей отраслей: от советской гигантомании к новому технологическому укладу.....	73

**СЕКЦИИ « ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВОЙ И
ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»
«ОБОРУДОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ПИТАНИЯ (МЕХАНИЧЕСКОЕ,
ТЕПЛОВОЕ, ХОЛОДИЛЬНОЕ)»**

Е.М. Азарян Экономические реалии и перспективы развития пищевой и перерабатывающей промышленности.....	76
А.С. Васильев, Ф.Л. Блинов, В.В. Голубев Зависимость значений коэффициентов трения по различным поверхностям от условий функционирования.....	78
А.С. Васильев, Ш.М. Бабаев, В.В. Голубев Прибор для определения коэффициента трения по пластиковым поверхностям.....	80
А.В. Лебедев, А.В. Гордиенко Дозатор вязких пищевых компонентов в рыбные консервы.....	82
А.М. Фролов, А.В. Гордиенко Исследование процесса резания пищевых продуктов на оборудовании с гибким рабочим органом.....	84
А.Г. Меняйло, Н.А. Миронова Инфракрасная сушилка конвейерного типа.....	86
Е.В. Бородина, Е.Р. Ткачева, И.А. Тупикина Исследование процесса измельчения мяса в условиях «ООО Луганские деликатесы».....	89
А.А. Мезенов, Н.А. Терещенко Анализ малогабаритных фаршесмесительных машин.....	90
А.А. Мезенов, К.В. Евсюкова Исследование изменения температуры в объеме сушильной инфракрасной камеры.....	92
А.С. Немчанина, А.А. Мезенов Автоматизация процесса прессования сыра.....	95
Е.А. Соловьева, К.Н. Вишкин	97

Холодильное оборудование для хранения пищевых продуктов.....	
С.В. Громов, В.А. Мурулин	
Модернизация дискового ножа овощерезки МРО-350.....	99
Е.С. Дмитриева, И.С. Севаторова	
Оборудование для производства мясных полуфабрикатов.....	101
О.Е. Кириченко, В.В. Шам, В.И. Полещук	
Исследование воздушного теплового насоса в процессе пастеризации	103
К. Колесникова, И.С. Севаторова	
Сублимационная сушка.....	105
М.А. Кураш, Д.В. Малышев, К.И. Прокопович	
Выбор холодильного оборудования для ресторана.....	107
Е.В. Бранспиз	
Исследование влияния водородсодержащих сред на эксплуатационную стойкость оборудования пищевых производств...	109
М.В. Копылов, А.В. Терехина, Е.Ю. Марапулец	
Разработка установки для отбелки растительных масел с поэтапным внесением сорбентов.....	110
И.Г. Дейнека, В.П. Павлюкович	
Исследование работоспособности измельчителя стебельчатых продуктов с шарнирным креплением ножей.....	112
И.Г. Дейнека, С.А. Покрышка	
Разработка системы очистки воздуха технологической линии цеха производства конфет на ООО «Луганская кондитерская компания «Лаконд», г. Луганск.....	114

**СЕКЦИИ «ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВАХ»
«МЕХАНИЗАЦИЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ,
ТРАНСПОРТНЫХ И СКЛАДСКИХ РАБОТ»
«ТЕХНИЧЕСКАЯ ВИБРОАКУСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ
ПРОИЗВОДСТВ»**

В.А. Парамонова	
Стратегические цели по энергоэффективности для пищевой индустрии.....	117
О.И. Михайлова	
Энергосбережение на молочном производстве.....	119
М.В. Дёмин, С.Г. Сопов, И.И. Пономаренко	
О влиянии температуры окружающей среды на теплоэнергетические показатели работы бытового холодильника.....	121
М.В. Дёмин, С.Г. Сопов, А.И. Распопов	
О изменении теплоэнергетических параметров работы бытового холодильника от дозы заправки компрессорной системы.....	123
В.А. Кириченко, Д.О. Новиков	
Применение газогенераторов на предприятиях ресторанного	125

хозяйства.....	
М.М. Севриков, А.С. Коновал	
Системы хранения энергии на основе криогенных технологий сжижения воздуха.....	127
В.А. Кириченко, Е.А. Щуко	
Экспериментальные исследования влияния угла наклона конвейера на его производительность.....	129
В.Д. Малыгина, А.Е. Балдина	
Анализ инновационных методов и приборов для измерения и контроля уровня шума и вибраций в процессе производства пищевых продуктов.....	131
В.А. Кириченко, Д.О. Новиков	
Прогнозирование технического состояния механического оборудования методом виброакустической диагностики.....	133
В.А. Кириченко, Д.О. Новиков	
Методы активного снижения шума в пищевой промышленности.....	134
С.В. Громов, А.В. Цвирко, А.С. Лукьянченко	
Исследование шумовых характеристик картофелечистки МОК-350.....	136
Е.А. Прач, И.Н. Заплетников	
Особенности виброакустических характеристик овощерезок предприятий питания.....	138
М.М. Гусев, И.Н. Заплетников	
Усовершенствование машины очистки картофеля для предприятий питания	140
Н.В. Белоус, А.Р. Джуплий, И.Н. Заплетников	
Методология определения шумовых характеристик машин, расположенных у стены.....	142
П.О. Малик, А.В. Гордиенко	
Исследования виброакустических характеристик тестомесильной машины	144
Ю.В. Пьянкова, Р.М. Шатерник	
Утилизация органических отходов на предприятиях пищевой промышленности.....	147