Санкт-Петербургский национальный университет информационных технологий, механики и оптики

Институт холода и биотехнологий

Материалы II студенческого инновационного форума с международным участием

26 ноября 2014 года

Санкт-Петербург

УДК 332+664+681

Председатель оргкоммитета
Аксенова Ольга Игоревна (ответственный редактор)

Члены студенческого оргкоммитета

Аксенова Ольга Игоревна (председатель), магистрант, кафедра Процессы и аппараты пищевых производств, Санкт-Петербургский национальный университет информационных технологий, механики и оптики

Институт холода и биотехнологий

Савельев Вадим Андреевич (заместитель председателя), магистрант, кафедра Технологические машины и оборудование, Санкт-Петербургский национальный университет информационных технологий, механики и оптики

Институт холода и биотехнологий

Салокеева Алена Ростиславовна (модератор секции Автоматика и автоматизация производственных процессов), кафедра Технологические машины и оборудование, Санкт-Петербургский национальный университет информационных технологий, механики и оптики

Институт холода и биотехнологий

Материалы II студенческого инновационного форума с международным участием [Текст]: (26 ноября 2014 года)/ редколл.: Аксенова О.И. (ответственный редактор); Санкт-Петербургский национальный университет информационных технологий, механики и оптики Институт холода и биотехнологий, Санкт-Петербург, 2014. 342стр.

Содержание материалов форума содержит научные и общеобзорные статьи и тезисы российских и зарубежных участников. Изложены теория, практика и методология научного исследования в области ресурсосберегающих технологий, процессов и аппаратов пищевых производств, автоматики и автоматизации производственных процессов.

Материал предназначен для научно-технических рабботников, специалистов в рассматриваемых областях, студентов и аспирантов.

Материалы публикаются в авторской редации.

Оргкоммитет выражает благодарность участникам форума и надеестся, что данное мероприятие станет ежегодным.

УДК 332+664+681

© Санкт-Петербургский национальный университет информационных технологий, механики и оптики
Институт холода и биотехнологий
©Авторы материалов, 2014.

СОДЕРЖАНИЕ

Пленарное заседание

Бегунов А.А. д.т.н., профессор кафедры «Автоматизации биотехнологических и теплофизических процессов»
Методологические основы пищевых производств 9

Секция 1 «Процессы и аппараты пищевых производств и ресурсосбережение». Тезисы.

Руководители: проф., д.т.н. Алеексеев Г.В., проф., д.т.н. Арет В.А.,

Аксенова О.И., Савельев В.А.

1. Андрощук В.О. 18
"Структурирование конструктивных параметров корпуса для шнека"
2. Давыденкова К. А.
"Перспективы и возможности производства топлива из биологического сырья" 19
3. Кривцова Л.А., Мирошин М.А. 21
"Определение характеристик обеспечения устойчивости технологического оборудования"
4. Мирошин М.А. 22
"Перспективы внедрения бестраншейной технологии прокладки газопроводов"
5. Новикова М.А. 23
"Технические системы очистных сооружений малых промышленных стоков"
6. Петрачкова С.В. 25
"Применение ИК-излучения как способа интенсификации технологического процесса"
7. Печуляк А.С. 26
"Анализ методов контроля моющих средств при CIP-мойке оборудования"
8. Попов Д.Г. 28
"Определение виброакустических параметров картофелечисток"
9. Поташова А.Б., Гуляева Ю.Н. 30
"О необходимости исследования структуры и реологических свойств пищевых добавок"
10. Романова О.Н. 32
"Изменения физико-химического состояния мясного сырья при посоле"
11. Самойленко О.А.
"Исследование движения смеси на наклонной вибрационной плоскости" 34
12. Севаторова И.С. 36

"Расчет шумовой характеристики очистительного и измельчительного оборудования по его технической характеристике"
13. Сидорова А.И. 37
Сравнительный анализ характеристик питьевой воды
14. Сидорова А.И. 39
"Сравнительный анализ показателей качества шоколада"
15. Степаненко А.В. 40
"Исследование реологических характеристик водно-зерновых суспензий из ржи" 42
16. Стречик А.М.
"Создание экспериментального стенда для исследования процесса сушки пастообразных материалов"

Секция 1 «Процессы и аппараты пищевых производств и ресурсосбережение». Статьи.

Руководители: проф., д.т.н. Алеексеев Г.В., проф., д.т.н. Арет В.А.,

Аксенова О.И., Савельев В.А.

1. Аксенова О.И., Алексеев В.Г. 44
"Сравнение моделей рецептур кормов для непродуктивных животных, полученных методами математической статистики и нечеткой логики"
2. Аксенова О.И., Толкова Т.С. 52
"Экспериментальные исследования изменения концентраций солевых растворов при замораживании"
3. Андреева Е.А. 59
"Разработка энергосберегающего устройства для электрогидравлического измельчения томатов"
4. Башева Е.П., Алексеев Г.В. 62
"Применение блока нечеткой логики для обработки эксперимента по газированию молочной сыворотки в пакете программ MatLab"
5. Байченко А.А., Байченко Л.А. 71
"Нечеткая логика в пищевой промышленности"
6. Буряк И.В., Рахманов Ю.А. 108
"Особенности технологии и энергосбережения термоокислительного обезвреживания хлорсодержащих отходов"
7. Волосова А.С., Рахманов Ю.А 113
"Энергосбережение систем водоподготовки"
8. Гурьев Е.В., Пальчиков А.Н. 120
"Пути повышения качества картофеля после обработки в картофелеочистительной машине "
9. Гусейнова Э.Ш., Сахорова Т.К. 126

"Обеспечение ресурсосбережения производства путем выбора банков на основе подходов нечеткой логики"
10. Дуболазов В.Б. 134
"Повышение энергетических характеристик электроплит"
11. Зайцева О.В. 138
"Влияние видов перемешивания на степень сбраживания ячменного сусла повышенной концентрации"
12. Кобыда Е.В., Верболоз Е.И. 146
"Повышение эффективности прессования макаронных изделий при применении ультразвука"
13. Кривцова Л.А., Мирошин М.А. 151
" Определение Характеристик Обеспечения Устойчивости Технологического Оборудования"
14. Кривцова Л.А., Мирошин М.А. 155
"Определение максимальных напряжений при проектировании отводов магистральных газопроводов"
15. Малахов Ю.Л. 161
"Роль процесса теплообмена в технологии производства этанола"
16. Матевосов Т.С. 164
"Применение струйно-инжекционных аппаратов в пищевой инженерии"
17. Минаева Л.В., Минаева Т.В. 171
"Исследование процесса динамического измельчения плодов и овощей и построение нейронной модели на основании проведенных опытов"
18. Минаева Л.В., Минаева Т.В. 175
Разработка и моделирование аппарата длительного хранения плодов и овощей сферической формы
19. Мингалимова Е.Р., Рахманов Ю.А. 180
"Энергосбережение в системах использования возобновляемых и невозобновляемых источников энергии"
20. Мкртумова А.А 186
Повышение конкурентоспособности предприятия с помощью ресурсосберегающего менеджмента
21. Никитин М.С., Пальчиков А.Н. 190
"Повышение энергетических характеристик хлеборезательных вибрационных машин"
22. Николаева О.В. 193
"Исследование модернизации технологической линии производства подушечек с начинкой ОАО КХП им. Григоровича"
23. Новикова М.А., Романова О.Н. 198
"Сравнительный анализ методов механической и биологической очистки сточных вод"
24. Петрачкова С.В., Печуляк А.С. 205
"Экспериментальное исследование изменения содержания

аскорбиновой кислоты в зависимости от режима хранения продукции"
25. Понедельченко А.А. 209
"Разработка экспериментальной ультразвуковой установки с керамическими мембранными элементами для обработки вина"
26. Распопов К.С. 213
"Проектирование и создание установки для обработки суспензии цитрусовых в ультразвуке"
27. Романова О.Н., Новикова М.А. 218
"Применение термического метода снижения жесткости для обеспечения качества воды"
28. Салокеева А.Р. 224
"Экстрагирование биологически активных веществ из злаков с помощью ультразвука без проращивания"
29. Салокеева А.Р. 229
"Модернизация мойки фризера непрерывного действия"
30. Светличный М.Е., Пальчиков А.Н., Зиньков П.Н. 235
"Повышение качества сжигания жидкого топлива в форсунках, применяемых в пищевой промышленности"
31. Спивак К.Э., Пильненко А.К. 239
"Анализ модернизации машины для нарезания гастрономических продуктов"
32. Шеина А.В. 246
"Экспериментальные исследования фрикционных свойств"
33. Шумилова Ю.А. 252
"Некоторые результаты измельчения морских водорослей в ротационно-ножевой дробилке"

Секция 2 «Автоматика и автоматизация производственных процессов». Тезисы

Руководители: с.т.с., к.т.н. Иванов В.Л., проф., д.т.н. Арет В.А., Салокеева А.Р.

1. А.А. Корягин, к.т.н.,доцент В.Л. Лазарев. 257
Исследование технологических процессов приготовления колбасного фарша с целью выработки стратегии управления
2. И.Н. Кошолап, ассистент М.Б. Абугов. 259
Анализ технологической операции фризерования мороженого
3. Д.В. Маргасов, д.т.н., профессор В.А. Балюбаш. 261
Исследование и оптимизация многоканальной системы автоматического управления процессом производства молочных консервов (сушки молока)

4. М.Н. Мельник, д.т.н, профессор А.А. Бегунов. 262
К вопросу об аттестации методик измерения о пищевой промышленности
5. Я.А. Мохначёв, к.т.н., доцент Р.И. Поляков. 264
Проблемы роторных рекуператоров при практическом использовании и методы их устранения
6. Е.А. Немова, ст. преподаватель В.В. Назарова. 267
Модернизация системы управления технологическим процессом выпечки хлеба на предприятии ОАО «Каравай».
7. Ю.Ю. Спотару, к.т.н.. с.н.с. В.Л. Иванов. 269
Анализ оборудования цеха производства сухого молока на ОАО "Тираспольский молочный комбинат"
8. А.И. Тимошук, Д.В. Озеров, д.т.н., профессор В.А. Балюбаш. 271
Емкостной метод измерения влажности и клейковины в муке
9. С.А. Штейнгарт, д.т.н, профессор А.А. Бегунов. 273
Математическая обработка данных измерительного эксперимента в условиях пищевой промышленности

Секция 2 «Автоматика и автоматизация производственных процессов». Статьи

Руководители:с.т.с., к.т.н. Иванов В.Л., проф., д.т.н. Арет В.А.,

Салокеева А.Р.

1. Э.Ф. Ахметьянов, к.т.н., доцент Р.И. Поляков. 276
Разработка системы автоматизации процесса охлаждения терилизатора
2. И.А. Богатко, к.т.н., доцент В.А. Добряков. 282
Исследование технологического процесса производства топлевных гранул(пеллет) из отходов деревоперерабатывающего предприятия

3. М.А. Болотов, к.т.н, с.н.с. В.Л. Иванов. 286
Регулирование физических параметров окружающей среды для обеспечения нормализации физиологического состояния человека
4. Т.А. Грахольская, к.т.н., доцент В.Л. Лазарев. 289
Постановка задачи адаптации режимов мойки молочного оборудования к внешним возмущениям
5. А.С. Гречишникова, ст. преподаватель А.С. Громцев, ст. преподаватель В.В. Назарова. 293
Использование ультразвука для совершенствования управления процессом производства хлебопекарных дрожжей
6.И.В. Демянцев, д.т.н., профессор В.А. Балюбаш. 297
Формирование параметров влажности в технологическом процессе производства вязких пищевых продуктов

7. А.М. Елисеев, к.т.н., доцент Л.И. Маркитанова. 301
Анализ аварийных ситуаций при работе воздухоразделительных установок
8. Р.Б. Елшибеков, д.т.н., профессор А.А.Бегунов. 306
Рассмотрение вопросов разработки прибора для измерения твердости гидрированных жиров
9. К.Г. Ивлев, к.т.н., доцент С.Е. Алешичев. 310
Сигнализация начала образования пригара на стенках пастеризационной установки термической обработки молока
10. М.Р.И. Майу, к.т.н., доцент В.Л. Лазарев. 315
Подбор оптимальных параметров обработки молочных продуктов
11. С.Н. Миняев, к.т.н., доцент С.Е. Алешичев. 318
Исследование эффективности алгоритмов автоматизации технологического процесса производства сливочного масла методом непрерывного сбивания сливок
12. Е.А. Травина, к.т.н., доцент В.Л. Лазарев. 322
Анализ технологического процесса приготовления теста для печенья как объект управления
13. Д.К. Тхорук, к.т.н, с.н.с. В.Л. Иванов. 325
Мониторинг и управление системами АСУ ТП с использованием мобильных технологий
14. Н.А. Фролков, к.т.н., доцент В.Л. Лазарев. 331
Исследование процессов функционирования парового котла с целью оптимизации режимов его работы
15. Ю.А. Шадрина, д.т.н., профессор А.А.Бегунов. 336
Физическая сущность понятия «влажность газов»

Пленарное заседание

УДК 664.389

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

д.т.н., профессор кафедры «Автоматизации биотехнологических и теплофизических процессов» Бегунов А.А.

Решение проблемы улучшения качества, повышения количества и расширения ассортимента продукции отечественного производства, контроля качества отечественного и импортируемого сырья и готовой продукции, экологического воздействия производств, а также участие российских производителей во Всемирной торговой организации и др. во многом зависит от состояния метрологического обеспечения разработки и производства продукции на предприятиях.

Пищевая и перерабатывающая промышленности, как и все другие отрасли агро-промышленного комплекса, имеют ряд существенных особенностей в плане проведения измерений, обработки и отображения измерительной информации. Поэтому безусловное выполнение положений, установленных общеотраслевыми нормативно-методическими документами и недостаточно осмысленными рекомендациями и предписаниями разнообразных учебных пособий по курсу «Метрология» часто сопровождаются излишними затратами времени и средств. Их адаптация к условиям добывания, разработки и производства пищевой продукции необходима и возможна. Отраслевая прикладная метрология выработала свои методические приёмы, применение которых позволяет оптимизировать многие процессы разработки и производства продукции. Создание собственной метрологической службы для предприятий сегодня чаще всего неприемлемо по экономическим соображениям. А это значит, что необходимыми знаниями в области метрологического обеспечения должны обладать практически все специалисты предприятия, знать и уметь грамотно применять основные метрологические нормативные документы, положения, уметь их адаптировать к своим условиям.

Роль измерений в процессе производства

Роль метрологии в целом, и в том числе измерений, на предприятиях имеет принципиальные особенности. Это связано с тем, что затраты на измерения в существенной степени (примерно, в квадратической) зависят от точности результата измерений. При этом применение метрологии на предприятии должно быть экономически эффективным или социально необходимым (пуск, наладка, исследования) – иначе она просто не нужна. В среднем доля затрат на измерения в себестоимости продукции доходит до 20 %. А затраты только на метрологическое обслуживание средств измерений (поверку) на среднем пищевом предприятии составляют более 1

миллиона рублей в год.

В связи с этим в плане принятия принципиальных решений возникающих измерительных задач, её условно можно разделить на две области, что показано на рис. 1.: *высшая* и *прикладная*.

Высшая метрология (достижение максимальной точности)		Приоритет точности
вектор направленности измерительного процесса		
Прикладная метрология (экономическая оптимизация производства)		Приоритет экономики.

Целью первой являются создание эталонов - средств воспроизведения и хранения размеров единиц и средств и методов передачи их рабочим средствам измерения, выполнение прецизионных измерений. Здесь основное направление вектора принятия решения - достижение максимальной точности, при этом экономические факторы имеют вторичное значение.

В задачу второй входит применение метрологических правил и норм на рабочем уровне для решения рабочих измерительных задач на производстве и при научных исследованиях с минимальными экономическими и социальными издержками. Поэтому в прикладной метрологии указанный вектор должен быть направлен прямо в противоположную сторону — на решение задачи с минимальными экономическими затратами, поскольку на предприятиях расходы на измерения в себестоимости продукции составляют весьма значительную часть.

Поэтому *оптимальное* метрологическое решение должно быть нацелено на *максимально* допустимую (исходя из решаемой измерительной задачи) погрешность результата измерения, так как при этом *минимизируются* экономические затраты. На предприятии метрологическое обеспечение, в том числе измерение, нужны только тогда, когда они экономически эффективны или социально необходимы.

В то же время на предприятиях проблемы с поступающим сырьем и энергоносителями (входной контроль) и технологическими процессами (контроль и регулирование технологических параметров) зачастую решаются с помощью средств измерений и регулирования. Однако в определённых ситуациях экономически *может быть* более выгодным отказ от измерений в пользу технологической стабилизации качества поступающего сырья и энергоносителей, наладки технологии и оборудования и организации производства.

Особенности формирования эффективности результата измерений

Существенная особенность измерений именно в пищевой промышленности связана с источниками погрешности и достоверности результатов измерений.

Если в большинстве видах измерений (массы, давления, длины и др.) погрешность результата измерения определяется, главным образом, погрешностью используемого средства измерений, то в пищевой промышленности, где преобладают аналитические измерения, погрешность результата измерения зависит от множества дополнительных факторов: методики измерений, градуировки используемого средства измерений, градуировочных образцов, играющих роль эталонов, и даже субъективных факторов.

Высокая эффективность производства может быть достигнута только там, где измерения являются неотъемлемой частью процесса производства. Что касается научных исследований по разработке новой продукции и технологических процессов и оборудования, то измерения, осмысливание и интерпретация их результатов – измерительной информации и составляют их суть, основу.

Необходимость повышения качества продукции при снижении её себестоимости предъявляет соответствующие требования к качеству и эффективности использования измерительной техники, к получаемой измерительной информации. А это зависит от состояния метрологического обеспечения производства и научных исследований. Современное развитие промышленности диктует необходимость комплексного подхода к решению задач метрологического обеспечения производства продукции на всех стадиях - от научных исследований, до серийного выпуска и эксплуатации продукции. Состояние метрологического обеспечения предприятий во многом определяет научно-технический потенциал отрасли и предприятия конкретно.

Ряд, упомянутых выше особенностей объектов измерений всех пищевых отраслей, условий проведения измерительных процессов и традиций отображения и использования результатов измерений существенным образом отражаются на единстве измерений, а, в конечном счёте, на достоверности и эффективности результатов измерений, качестве и себестоимости продукции. Здесь для правильного и эффективного использования измерительной техники и измерительной информации весьма значим человеческий фактор.

Для того, чтобы рационально решать измерительные задачи при разработке, производстве и реализации продукции, необходимо ответить на ряд технических, методических и организационных вопросов. Технико-экономический эффект мероприятий метрологического обеспечения заключается в совершенствовании технологии и повышении объективности и достоверности контроля характеристик сырья и готовых

изделий, в оптимальном использовании инструментов, средств измерений и оборудования, в снижении расходов на измерения, повышении качества и количества выпускаемой продукции, сокращении брака и сроков освоения производства новых изделий.

Эти мероприятия включают:

- установление оптимальной номенклатуры контролируемых технологических параметров и показателей качества сырья и готовой продукции;

- установление предельно допустимых норм погрешности контролируемых параметров;

- обоснованный выбор по точности, диапазону и принципу действия средств измерения (далее СИ) и разработку методик измерений (далее МИ);

-обеспечение всех необходимых стадий выпуска продукции наиболее совершенными, но возможно более простыми и дешевыми средствами измерений;

- обеспечение единства выполняемых измерений;

- обеспечение производства необходимой достоверной нормативно-технической, методической, технологической и конструкторской документацией;

-создание условий выполнения измерений, необходимых для получения достаточно надежных данных;

- подготовка производственного персонала и работников соответствующих служб предприятий к выполнению необходимых измерительных процедур.

Оснащенность производства и научных исследований измерительной техникой и степень ее использования в значительной мере определяют научно-технический уровень предприятия и организации, эффективность выполнения работ и отражают общую техническую культуру работников всех рангов и специальностей. В настоящее время принимаются ряд мер по коренной модернизации предприятий многих пищевых отраслей. Однако наилучший результат будет достигнут лишь там, где четко увязаны технология, оборудование, измерительная техника и кадры. Эти четыре составляющие должны быть согласованы между собой, поскольку они важны именно во взаимосвязи. Рациональная эксплуатация современного промышленного оборудования возможна при наличии у оператора не просто высокой квалификации в области технологии, но и обязательно необходимой метрологической подготовки. Точно так же и средства измерений будут в полной мере отвечать своему назначению только при условии, если метрологи достаточно знают технологический процесс и оборудование, приборист - метролог должен знать ту часть технологического цикла, к которой имеет отношение обслуживаемое им средство измерений, понимать, какова значимость его деятельности для конечного результата производственного процесса. Оператор на

производстве способен выполнять только часть измерительного процесса - наблюдения, поскольку, для большего у него нет ни производственных возможностей, а может быть и необходимой квалификации. Вместе с тем по результатам наблюдений нельзя корректно установить точность результата измерений. Для этого у оператора должна быть надлежащая методика измерений - пропись, следуя которой, он может получить результат измерения с гарантированной точностью. Подобную методику обязаны разрабатывать метрологи соответствующего отраслевого научно-исследовательского института на стадии метрологической подготовки производства.

Таким образом, необходимо различать измерения, проводимые на производстве и осуществляемые при научных исследованиях. Они различаются по содержанию: производственные измерения, по возможности, следует сводить к наблюдениям с использованием готовых методик измерений и инструкций. При этом требуется распределить обязанности между пользователем-оператором и разработчиком измерительного процесса, причём как части общего технологического цикла.

На практике можно выделить три аспекта взаимосвязи человека и измерительной процедуры: социологический, технологический и гносеологический.

Социологический аспект связан с психологической совместимостью человека и предлагаемой ему для исполнения измерительной аппаратуры.

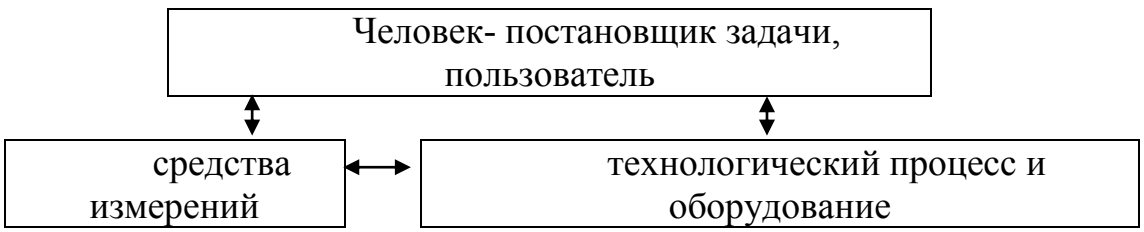
Реальны ситуации, когда такая техника окажется для конкретного предприятия настолько сложной, что потребуется смена обслуживающего персонала, привлечение работников иной квалификации.

Технологический аспект обусловлен спецификой тройственного взаимоотношения: пользователь - средства измерений - технологический процесс и оборудование.

Социологический аспект связан с психологической совместимостью человека и предлагаемой ему для исполнения измерительной аппаратуры.

Реальны ситуации, когда такая техника окажется для конкретного предприятия настолько сложной, что потребуется смена обслуживающего персонала, привлечение работников иной квалификации.

Технологический аспект обусловлен спецификой тройственного взаимоотношения:



В первую очередь необходимо правильно установить номенклатуру контролируемых параметров и допустимые нормы точности их измерения. Широко распространено мнение, что измерения организованы и выполнены тем лучше, чем точнее полученные с их помощью результаты. Однако повторим: на производстве измерения сами по себе не нужны. Они должны быть материально выгодными и (или) социально необходимыми. В этих условиях требования к точности следует устанавливать в соответствии с решаемой измерительной задачей и требованиями эффективности производства. Доминирующим становится принцип, как обойтись возможно более простыми (а следовательно, менее точными) средствами измерений, поскольку это ведет к минимизации издержек с разных, прежде всего экономической, точек зрении.

Особо важное значение приобретают этапы разработки технологического процесса и подготовки производства. Совершенно очевидно, что разработчикам технологических процессов и оборудования с начала своей работы необходимо тесно сотрудничать с метрологами. Только в этом случае можно создать оборудование, совместимое с соответствующей измерительной технологией и техникой, оборудование, в которое заложены возможности автоматического регулирования в оптимальном режиме, а также правильно выбрать средства измерений - в минимально достаточном объеме дающие должную измерительную информацию с приемлемыми затратами и достоверностью.

При этом исчерпывающе реализуется и *гносеологический* аспект, т.е. будут объективно учтены и проконтролированы условия измерений, всесторонне осмыслены метрологические задачи, квалифицированно оценены результаты измерений и их погрешности.

Особо важное значение приобретают этапы разработки технологического процесса и подготовки производства. Совершенно очевидно, что разработчикам технологических процессов и оборудования с начала своей работы необходимо тесно сотрудничать с метрологами. Только в этом случае можно создать оборудование, совместимое с соответствующей измерительной технологией и техникой, оборудование, в которое заложены возможности автоматического регулирования в оптимальном режиме, а также правильно выбрать средства измерений - в минимально достаточном объеме дающие должную измерительную информацию с приемлемыми затратами и достоверностью.

Разделение измерений, выполняемых при научных исследованиях, и измерений в процессе производства носит, конечно, условный характер, однако в первом случае имеются ряд особенностей по сравнению с измерениями в процессе производства.

Во-первых, целью ***измерений при научных исследованиях*** являются не только нахождение значений тех или иных физических величин, но и комплексные исследования объекта измерения, а также установление различного рода зависимостей измеряемой величины от одного или

нескольких влияющих факторов. Здесь используются все способы измерений: прямые, косвенные, совместные, совокупные, методы регрессионного, дисперсионного анализа, планирование эксперимента, обработка данных и др. А это значит, что исследователь, производящий такие измерения, должен быть хорошо подготовлен в плане математической обработки данных, теории погрешностей, теории измерений.

Во-вторых, при научных исследованиях может стоять широкий круг разнообразных измерительных задач и объектов измерения, в том числе определение погрешности получаемых результатов.

В-третьих, измерения при научных исследованиях относительно мало регламентированы временем, а потому имеется возможность проводить необходимый объем наблюдений.

В-четвертых, собственно метрологическая аттестация средств и методик измерений и может составлять основную цель измерений.

В-пятых, могут применяться уникальные, единичные, нестандартизованные средства измерений (приборы и информационно-измерительные системы).

Особенности проведения и отображения результатов измерений в процессе производства

1. *Измерения в промышленности - не самоцель, а важное средство повышения эффективности производства*. Их следует проводить лишь тогда, когда в этом есть экономическая и социальная необходимость и когда о том или ином качестве или ходе технологического процесса недостаточно судить только при помощи органов чувств.

Нередко при надлежащей организации технологического процесса может отпасть надобность в измерении того или иного показателя.

Приступая к измерениям, следует помнить, что за каждым измерением стоят материальные и временные затраты, социальные и организационные трудности, которые резко возрастают с ростом точности результата измерения.

2. *Повышение точности используемых средств измерений и даже результата измерения не всегда выгодно,* так как при этом возрастают прежде всего расходы, а эффективность от большей точности может быть невелика.

3. *Измерения в промышленности всегда производятся в условиях лимита времени*.

4.*Зачастую измерительная информация о том или ином параметре или даже совокупности параметров может быть не доступна оператору в привычной форме, а только опосредовано*. Это касается АСУ и других измерительных систем.

5. *Квалификационный уровень исполнителей часто оказывается недостаточным*.

6. *Многие технологические процессы пищевых производств*

отличаются высокой инерционностью. В этих условиях не всегда целесообразно заменять лабораторные средства измерений промышленными или вместо лабораторных методов анализа создавать автоматические средства измерений, т.е. переносить средства измерений из лаборатории непосредственно в цех к объекту измерения.

7. *В промышленности количественную информацию о параметрах качества продукции получают разнообразными способами*, которые можно разделить на три группы: измерения, испытания и контроль.

Особенности измерений в пищевых отраслях.

Ниже изложены наиболее характерные особенности объектов измерений пищевых отраслей, условий проведения измерительного эксперимента и традиции отображения и использования измерительной информации, которые имеют важное значение при построении систем обеспечения единства измерений аналитических величин.

1. Технологические объекты измерений, как правило, имеют значительные объем и вес и пространственно неоднородны. Собственно измерения производят на пробах, представляющих их малую часть.

2. Поступающее на хранение и переработку сырьё не однородно по составу .

3. Пищевые и перерабатывающие предприятия нередко имеют устаревшее, изношенное технологическое оборудование и вынуждены перерабатывать постоянно меняющееся сырьё. В связи с этим возможные технологические неблагополучия пытаются решать с помощью средств измерений.

5. Разработка технологических процессов и оборудования обычно ведется с позиции максимальной точности или вообще без учёта фактически требуемой погрешности.

6. Допустимый диапазон колебаний ряда потребительских свойств и показателей качества технологической продукции достаточно широк.

7. Производственные кадры и в том числе часто специалисты метрологических служб предприятий не имеют достаточной метрологической подготовки, а потому положения и рекомендации, содержащиеся в специальной литературе (в том числе учебной направленности) и общеотраслевой нормативной документации, воспринимаются ими без необходимого критического осмысливания.

8. Основную часть измерительной информации получают о составе пищевого сырья, полупродуктов и готовой продукции, используя аналитические измерения, имеющие принципиальные особенности по сравнению со многими другими видами измерений.

9. Измерительные процессы не опираются на системы единства измерений и системы воспроизведения размеров единиц.

Название данного доклада – это так сформулирован новый курс, который будет включён в программу кафедры. Для этого написан и

учебник «**МЕТРОЛОГИЯ производство продукции в пищевой и перерабатывающей промышленности».** Его основное содержание.

глава 1 Измерения в процессе производства (Роль измерений в процессе производства. Особенности формирования эффективности результата измерений. Особенности измерений в пищевых отраслях. Анализ состояния измерений, контроля и испытаний на предприятиях. Средства получения измерительной информации. Измерения при контроле качества продукции и её испытании.

глава 2 Метрологические основы технологических процессов и оборудования

Особенности технологических процессов пищевых производств. Исходные положения организации и выполнения измерений. Метрологические требования к технологическим процессам и оборудованию. Формализация задачи контроля качества промышленной продукции. Методология оптимизации номенклатуры контролируемых параметров и их нормируемых значений. Метрологический анализ и аттестация технологических процессов. Методы измерений показателей качества технологического процесса. Статистический контроль качества продукции. Статистический контроль точности и регулирование технологических процессов в пищевой промышленности.

глава 3 Метрологическое обеспечение производства Понятие о метрологической обеспечении и его структура. Метрологическая служба юридических лиц пищевой отрасли. Метрологическое обеспечение испытаний продукции. Метрологический контроль и надзор за соблюдением установленных правил и норм. Метрологическая экспертиза документации. Экономическая эффективность метрологического обеспечения. Основные научные и методологические проблемы метрологического обеспечения при производстве продукции. Тематика квалификационных работ для магистров и аспирантов.

Приложения с примерами из практики.

Секция 1 «Процессы и аппараты пищевых производств и ресурсосбережение». Тезисы.

УДК 678.06

DESIGN VARIABLE STRUCTURING OF CONVEYOR SCREW BODY FRAME

Androshchuk V.O., master
Research supervisor – Doctor of Science N. Zuev

Institute of Refrigeration and Biotechnologies, National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics

In this report are considered the conveyor screw body frame parameters that influence the efficiency and quality of crushing.

Key words: conveyor screw; body frame; detail; parameters.

Conveyor screw body frame is a detail which design affects quality of crushed raw material and output rate.

To investigate the influence of conveyor screw body frame parameters on chopping quality and output rate structuring of design parameters is required.

The peculiarity of the body frame consists in in the fact that with a view to better sanitization screw thread grooves don’t have square corners.

Conveyor screw body frame is made of steel investment casting.

Great importance has the alignment of cylinder body inner surface and holes for flight shank and lattices.

To facilitate removal of conveyor screw body frame from the stand during sanitization there is a bayonet lock on conveyor screw body frame.

СТРУКТУИРОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОРПУСА ДЛЯ ШНЕКА

Андрощук В.О., магистр
Научный руководитель – к.т.н. Н.А. Зуев

Институт холода и биотехнологий Национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики;
Кафедра – Технологические машины и оборудование

В настоящемдокладе рассмотрены параметры корпуса шнека, влияющие на качество измельчения и производительность.

Ключевые слова: шнек, корпус, деталь, параметры.

Корпус для шнека – деталь, от конструкции которой зависит качество измельчаемого сырья и производительность.

Для исследования влияния параметров корпуса для шнека на качество измельчения и производительность необходимо структурирование конструктивных параметров.

Особенность корпуса заключается в том, что с целью более качественной санитарной обработки, канавки винтовой нарезки корпуса не имеют прямых углов.

Корпус шнека изготовлен из стали методом литья по выплавляемым моделям.

Большое значение имеет точное выполнение соосности внутренней поверхности цилиндра корпуса и отверстий для хвостовика шнека и решеток.

Для облегчения снятия корпуса для шнека со станины при санитарной обработке корпус шнека имеет байонетное крепление.

УДК 665.63(075.8)

ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВА ИЗ БИОЛОГИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

Давыденкова К.А., студент, davy95@rambler.ru

ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске

В работе рассматривается перспектива внедрения биоэтанола в качестве основного экологичного автомобильного топлива. При сжигании биоэтанола образуется всего два относительно безвредных продукта выхода: CO_2 и H_2O,при том, что в атмосферу выделяется ровно столько углекислого газа, сколько было поглощено биосырьём в процессе роста и фотосинтеза.

Ключевые слова: биологическое сырье, биоэтанол, биосырье.

PROSPECTS AND OPPORTUNITIES PRODUCE FUEL FROM BIOLOGICAL RAW MATERIAL

Davydenkova KA, student, davy95@rambler.ru

VPO "National Research University" MEI " in Smolensk

The paper deals with the prospect of the introduction of bioethanol as a major eco-car fuel. The combustion of ethanol produced only two relatively harmless product Released: SO_2 and N_2O, despite the fact that they emit as much carbon dioxide as was absorbed biosyrem in the process of growth and photosynthesis.

Keywords: biological materials, bioethanol, biosyre.

В настоящее время топливная индустрия находится в процессе разработки надёжных биотоплив, которые могли бы потеснить более дорогие и вредные нефтепродукты и при том были бы возобновляемыми и полностью сгорали, выделяя меньшее количество CO_2 в атмосферу. Одним из таких экологических топлив является биоэтанол – этиловый спирт (C_2H_5OH), получаемый в результате брожения абсолютно любой биомассы, содержащей крахмал, сахар или целлюлозу. Использование биоэтанола в качестве моторного топлива способно простимулировать сельское хозяйство, экономику и улучшить экологическое состояние в стране и мире в целом.

В работе рассматривается перспектива внедрения биоэтанола в качестве основного экологичного автомобильного топлива. При сжигании биоэтанола образуется всего два относительно безвредных продукта выхода: CO_2 и H_2O,при том, что в атмосферу выделяется ровно столько углекислого газа, сколько было поглощено биосырьём в процессе роста и фотосинтеза.

К преимуществам этанола можно приписать ещё одно достоинство: положительный энергетический баланс, таким образом, при сжигании C_2H_5OH выделяется в разы больше энергии, чем было потрачено на его производство.

К тому же биоэтанол – вещество с высоким октановым числом (105), что делает его конкурентоспособным как в качестве топлива, так и в качестве безвредной присадки к бензинам и дизелям.

В качестве сырья для получения биоэтанола может выступать любое биологическое сырье, на данный момент это пищевые культуры – кукуруза и сахарный тростник, однако в будущем их потеснят сорняковые растения, водоросли, пищевые отходы и переработанное масло, что позволит снизить расходы на производство.

Биоэтанол – один из самых перспективных биотоплив, отвечающий всем необходимым требованиям экологичности и экономичности, но пока, к сожалению, не нашедший своего применения в нашей стране.

УДК 62-97/-98

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Кривцова Л. А, студент, Krivtsova94@yandex.ru
Мирошин М. А, студент кафедры технологических машин и оборудования

Министерство образования и науки филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»» в г. Смоленске

В данной работе предоставлено определение и основные виды деаэраторов. Перечислены основные области применения деаэраторов и преимущества их использования. Описан принцип работы вакуумного деаэратора. Рассчитано ядро сечения трубы вакуумного деаэратора.
Ключевые слова: оборудование, деаэратор, ядро сечения трубы.

CERTAIN CHARACTERISTICS SUSTAINABILITY PROCESS EQUIPMENT

Krivtsova L. A student, Krivtsova94@yandex.ru
Miroshin M. A student of technological machines and equipment
Ministry of Education and Science of the branch of the federal state budgetary educational institution of higher education "National Research University" MEI "" in Smolensk

In this paper, given the definition and basic deaerator. Are the main areas of application deaerator and benefits of their use. The principle of operation of the vacuum deaerator. Calculated the core section of the pipe vacuum deaerator.
Keywords: equipment, deaerator, the core section of the pipe.

В современном производстве часто используются процессы, позволяющие улучшить свойства конечного продукта. В результате таких процессов вещества дольше хранятся, лучше усваиваются, имеют более привлекательный вид и вкусовые (или другие эксплуатационные) свойства и т.д. Для этих целей часто используют деаэраторы (дегазаторы).

В данной работе предоставлено определение и основные виды деаэраторов. Перечислены основные области применения деаэраторов и преимущества их использования. Описан принцип работы вакуумного деаэратора. Рассчитано ядро сечения трубы вакуумного деаэратора.

В связи с необходимостью обеспечения устойчивости технологического оборудования предлагаю применение прочностного расчета с помощью определения ядра сечения конструкции, применяемого при проектировании конструкций, плохо работающих на растяжение.

В представленном решении не учитывается влияние на прочность конструкции системы состоящей из вакуум-насоса с трубопроводом, так как она может обеспечивать дополнительную устойчивость аппарата.

Сделан вывод о важности определения ядра сечения для обеспечения устойчивости технологического оборудования.

УДК 665.6(075.8)

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ БЕСТРАНШЕЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОКЛАДКИ ГАЗОПРОВОДОВ

Мирошин М.А., студент, maksimmiroshin95@mail.ru

ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»
г. Смоленск

В данной работе рассматривается перспектива внедрения бестраншейных технологий прокладки газопроводов. Прокладка газовых труб под землей данным способом является достаточно трудоемким и затратным процессом, но имеет ряд преимуществ по сравнению с наземной проводкой газа, и в ряде случаев является незаменимым методом выполнения подобного вида работ.

Ключевые слова: бестраншейная технология, газопровод, газ.

PROSPECTS OF TRENCHLESS TECHNOLOGIES, THE GAS PIPELINE

Miroshin MA student, maksimmiroshin95@mail.ru

VPO "National Research University" MEI "
Smolensk

In this paper we consider the prospect of trenchless technologies laying pipelines. Lining underground gas pipe this method is rather laborious and expensive process, but has a number of advantages as compared with the ground wiring of gas, and in some cases is an indispensable method performing this type of work.

Keywords: trenchless technology, pipeline gas.

Необходимость прокладки газопроводов возникает, в том случае если требуется обеспечить жилое здание или промышленное предприятие тепловой энергией. Прокладка газовых труб на сегодняшний день осуществляется двумя способами либо наземным, либо подземным. Каждый из этих способов имеет как свои преимущества, так и недостатки и используется в зависимости от конкретных условий эксплуатации и обстоятельств.

В данной работе рассматривается перспектива внедрения бестраншейных технологий прокладки газопроводов. Прокладка газовых труб под землей данным способом является достаточно трудоемким и затратным процессом, но имеет ряд преимуществ по сравнению с наземной проводкой газа,и в ряде случаев является незаменимым методом выполнения подобного вида работ.

В большинстве городов нашей страны из-за недостатка или отсутствия соответствующего оборудования и материалов, прокладка данного рода коммуникаций производится в основном открытым способом. Это ведет к резкому увеличению стоимости работ, а также к необходимости разрушения дорожного полотна и перекрытию движения автомобильного транспорта.

Прокладка газопровода подземным методом, это высокотехнологический процесс, который осуществляется с помощью самого современного оборудования, такого как установки горизонтального направленного бурения.По определенной, заданной траектории сначала производится бурение скважины, после чего в нее затягиваются трубы необходимого диаметра. Такие технологии дают возможность проводить работы надежно и быстро, а самое главное – с минимальным воздействием на жизнедеятельность людей и работу объектов вблизи строительства.

Бестраншейные технологии прокладки газопровода – это практичный, экономичный, надежный и экологический способ строительства, который на сегодняшний день быстро развивается и находит новые сферы применения в настоящее время.

УДК 21474

ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ МАЛЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ

Новикова М.А., студентка, mar.novikova@ro.ru

ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Смоленск

В данной статье рассматривается вопрос эффективной очистки промышленных и бытовых стоков, поступающих с малых предприятий расположенных за чертой города и небольших коттеджных поселков.

Ключевые слова: очистные сооружения, септик, фильтрующий колодец, нитрификация, компактные блоки.

TECHNICAL SYSTEMS OF SEWAGE TREATMENT PLANTS OF SMALL INDUSTRIAL EFFLUENTS

Novikova M.A., student, mar.novikova@ro.ru
associate Professor. Moscow Power Engineering Institute (Smolensk Branch)

This article addresses the issue of effective treatment of industrial and domestic wastewater coming from small businesses located outside the city and small cottage settlements.

Keywords: sewage treatment plants, septic tank, filter well, nitrification, compact units.

В последние время широкое распространение получили индивидуальные очистные сооружения. Индивидуальные очистные сооружения относят к сооружениям пропускной способностью не более 25 м³/сут. Они предназначены для очистки сточных вод отдельных домов или группы зданий. Сооружения индивидуальной очистки можно разделить на: септики, фильтрующие колодцы ,песочно-гравийные фильтры, компактные блоки очистных сооружений.

Септики представляют собой сооружения из сборного или монолитного железобетона, кирпича с соответствующей гидроизоляцией. Септики применят при механической очистки, непосредственно перед естественной биологической очисткой. Основным недостатком септиков является образование корки на поверхности воды, что мешает выходу газов метана и сероводорода.

Фильтрующие колодцы предназначены для очистки сточных вод после прохождения через септики. Пропускная способность фильтрующих колодцев зависит от вида грунта, засыпаемого на дно.

Поля подземной фильтрации представляют собой систему оросительных труб, уложенных на глубину 0,6-0,9 м. Оросительная система состоит из керамических, перфорированных, асбестоцементых или пластмассовых труб, которые укладываются в песчаный грунт под наклоном, в супесчаный и суглинистый горизонтально. Диаметр труб не более 150 мм. Поля подземной фильтрации можно отнести к высокоэффективным очистителям, так как эффект очистки по БПК и по взвешенным веществам составляет порядка 100%.

Фильтрующие траншеи представляют собой искусственно созданные углубления, в который уложены оросительные и дренажные сети.

Фильтрующие траншеи устанавливают на слабо фильтрующих грунтах, обычно вблизи врагов, болот и водоемов, в которые самотеком поступает очищенная сточная вода.

Компактные блоки очистных сооружений представляют собой комплекс, в состав которого входят : двухъярусный отстойник, аэротенк, осветлитель, обеззараживающее устройство. Технологический процесс очистки состоит из двух операций : нитрификации (окисление азота аммонийных солей) и денитрификация (отщепление кислорода от нитритов и нитратов). В ходе очистки сточных вод происходит снижение БПК с 300 мг/л до 3мг/л, взвешенных веществ с 260 мг/л до 3 мг/л.

В зависимости от нужд и потребностей можно выбрать любое из сооружений, так как все они обладают высоким эффектом осветления, просты в эксплуатации, надежны и безопасны. Применение индивидуальных очистных сооружений актуально при постройки небольших коттеджных поселков, для пищевых предприятий расположенных за чертой города.

УДК 66-9

ПРИМЕНЕНИЕ ИК-ИЗЛУЧЕНИЯ КАК СПОСОБА ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Петрачкова С.В., студент, petrachkova-svetlana@mail.ru

Филиал ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске

ИК-излучение твердых тел происходит в связи с возбуждением молекул и атомов тела вследствие их теплового движения. При облучении тело поглощает инфракрасное излучение, в результате чего в нём увеличивается тепловое движение атомов и молекул, а это в свою очередь вызывает его нагревание.

Ключевые слова: интенсификация, тепловое движение, нагревание.

APPLICATION OF INFRARED RADIATION AS A WAY OF INTENSIFICATION PROCESS

Petrachkova SV, student, petrachkova-svetlana@mail.ru

Branch VPO "National Research University" MEI "in Smolensk

IR solids is due to the excitation of molecules and atoms in the body due to their thermal motion. When irradiated body absorbs infrared radiation, whereby

there is increased thermal motion of atoms and molecules, and this in turn causes it to heat.

Keywords: intensification, thermal motion, heat.

Одной из основных задач современного этапа развития пищевой промышленности является интенсификация технологических процессов при обеспечении высокого качества продукта. Процесс сушки является решением этой задачи для ряда пищевых продуктов.

Наиболее актуальной и перспективной в данный момент является сушка продуктов питания с применением инфракрасного излучения (ИК-излучение). ИК-излучение применяется в пищевой промышленности для интенсификации процессов выпечки, сушки, обжарки, а также для стимулирования химических и биологических процессов.

ИК-излучение твердых тел происходит в связи с возбуждением молекул и атомов тела вследствие их теплового движения. При облучении тело поглощает инфракрасное излучение, в результате чего в нём увеличивается тепловое движение атомов и молекул, а это в свою очередь вызывает его нагревание. Перенос энергии происходит от тела с большим потенциалом переноса тепла к телу с меньшим потенциалом. Для интенсификации сушки необходимо, чтобы ИК лучи проникали в продукт как можно глубже.

Основной недостаток метода – несовпадение градиента температуры с градиентом влагосодержания, что оказывает тормозящее действие на перенос влаги при сушке этим способом. Это происходит, так как при ИК сушке возникают перепады температур, под воздействием которых влага перемещается по направлению теплового потока, то есть внутрь частиц продукта. Тем не менее, этот способ обеспечивает равномерное высушивание продукта. Сушка инфракрасными лучами отличается высокой скоростью процесса. Установки для её осуществления имеют простую конструкцию, обеспечивают высокое качество готового продукта, экологическую безопасность, а также экономичность с материальной точки зрения, являются надёжными в эксплуатации, имеют низкую стоимость и обладают высокой окупаемостью.

Способ сушки продуктов ИК лучами является одним из самых перспективных и выгодных на сегодняшний день.

УДК 66-7

АНАЛИЗ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ МОЮЩИХ СРЕДСТВ ПРИ CIP-МОЙКИ ОБОРУДОВАНИЯ

Печуляк А.С., студент, anyapechulyak@yandex.ru

Филиал ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске

Огромным прорывом в области очистки, мойки, соблюдении гигиены оборудования стало появление CIP. CIP (Clean-in-place) представляет собой безразборную мойку оборудования на предприятиях с высокими гигиеническими требованиями.

Ключевые слова: CIP-мойка, гигиена, очистка.

ANALYSIS METHODS OF CONTROL DETERGENTS FOR CIP-CLEANING OF EQUIPMENT

Pechulyak AS student, anyapechulyak@yandex.ru

Branch VPO "National Research University" MEI "in Smolensk

A huge breakthrough in the field of cleaning, washing, hygiene equipment was the emergence of CIP. CIP (Clean-in-place) is a CIP of equipment in enterprises with high hygienic requirements.

Keywords: CIP-cleaning, hygiene, cleaning.

Выпуск безопасной и качественной продукции, продление сроков ее годности, а также снижение расходов предприятия на осуществление текущего контроля технологических процессов и продукции являются важнейшими задачами любого пищевого производства.

Огромным прорывом в области очистки, мойки, соблюдении гигиены оборудования стало появление CIP. CIP (Clean-in-place) представляет собой безразборную мойку оборудования на предприятиях с высокими гигиеническими требованиями. Изначально CIP мойки применяли преимущественно на производствах с высокими гигиеническими требованиями (молочные, фармацевтические предприятия), но с ростом культуры производства и развитием технологий все больше предприятий в разных отраслях внедряют CIP системы для обслуживания своего технологического оборудования.

После обработки оборудования, тары различного назначения и трубопроводов их поверхность ополаскивают водопроводной водой до отсутствия остаточного количества моющего средства на оборудовании (в течение 5-10 минут).

Контроль отсутствия или наличия моющего средства на поверхности обработанного оборудования могут осуществлять с помощью универсальной индикаторной бумаги, спектрального анализа, потенциометрического метода определения pH, люминесцентного бактериального теста**,** а так же визуальным колориметрическим методом с использованием индикатора. Последний метод заключается в визуальном

сравнении по степени окрашивания с контрольным образцом воды, используемой для ополаскивания (контрольная проба) и раствора после отмыва (смывная вода). Метод люминесцентного бактериального теста основан на определении изменения интенсивности биолюминесценции бактерий при воздействии химических веществ, присутствующих в анализируемой пробе по сравнению с контролем.

Самыми распространенными и простыми методами контроля остаточного количества моющих средств на обрабатываемой поверхности оборудования являются использование потенциометрического метода определения pH и применение универсальной индикаторной бумаги.

УДК : 664.2.037.2.05 (088.8)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КАРТОФЕЛЕЧИСТОК

Д.Г. Попов

Донецкий национальный университет
экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского

В статье рассмотрены виброакустические характеристики машин, применяемых в пищевом производстве, в частности картофелечисток, и способы повышения их точности.

Ключевые слова: фиброакустические характеристики, динамическая модель, акустическая модель, картофелечистка.

DEFINITION VIBROACOUSTICAL PARAMETERS KARTOFELECHISTOK

D.G. Popov

Donetsk National University
Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky

The article describes the vibroacoustic characteristics of machines used in the food industry, in particular kartofelechistok, and ways to improve their accuracy.

Keywords: fibroakusticheskie characteristics, dynamic model, acoustic model, potato peeler.

В расчетах виброакустических характеристик (ВАХ) машин с использованием динамико-акустического метода значительное влияние на точность расчетов оказывает коэффициент потерь колебательной энергии.

Динамическая модель оборудования пищевых производств представляется в виде одно или двухмассовых линейных систем, связанных упругими элементами. На первую массу воздействует периодическая возмущающая сила, изменяющаяся по гармоническому закону. В качестве последнего упругого элемента принимается пищевой продукт. Жесткость продукта, по нашим исследованиям, приближается к удельному сопротивлению перемещения рабочего органа в продукте. Диссипативные свойства системы учитываются коэффициентом потерь.

Акустическая модель машины представляется монопольным источником излучения. Синтез динамической и акустической моделей позволяет получить уравнения для расчета уровня звуковой мощности излучения в октавных полосах частот и корректированного уровня по А для внутренних источников шума и корпуса машины, а также машины в целом [1].

Коэффициент потерь в работах по виброакустике теоретически определяется как отношение амплитуды виброскорости на выходе V_2 системы к виброскорости на её входе V_1 [2].

Расчёты показывают, что теоретическая величина коэффициента потерь вносит большие отклонения расчетного уровня звуковой мощности от экспериментальных значений. Погрешность в определении ВАХ может достигать более 20%, что приводит к потере практической значимости расчёта.

Целью работы является повышение точности расчёта ВАХ на примере машин очистки картофеля.

Для определения действительного коэффициента потерь были проведены на стенде экспериментальные исследования картофелечисток 1 - МОК-150 и 2 - МОК-350 производительностью 150кг/ч и 350кг/ч соответственно. Машины выпускаются серийно Белорусским ПО торгового машиностроения г. Барановичи для стран СНГ и дальнего зарубежья. Вибродатчики ДН-3 устанавливались на электродвигателе(3) и корпусе (4) картофелечисток.

Измерялись виброскорости колебаний в горизонтальной плоскости одновременно двумя приборами 5 - ВШВ-М2. Картофелечистки работали без нагрузки. Один измерял виброскорость электродвигателя V_1 (вход в

механическую систему), другой – виброскорость корпуса машины V_2(выход).

УДК 637.143

О НЕОБХОДИМОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК

Рук: Гуляева Ю.Н., доцент, к.т.н.,gulyaeva.yul@yandex.ru
Поташова А.Б., бакалавр ИХиБТ Университет ИТМО
ms.potashova@inbox.ru

Институт Холода и биотехнологий национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики
(Университет ИТМО)

Широкое распространение получили белки животного происхождения из-за того, что в отличие от белков растительного происхождения в них содержатся большое количество аминокислот.
Ключевые слова: коллагеновый белок, суспензия, реология.

ON THE NEED TO STUDY THE STRUCTURE AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF FOOD ADDITIVES

Instructor: Gulyaeva J.N.,docent,Ph.D.,gulyaeva.yul@yandex.ru
Potashova A.B. bachelor, ms.potashova@inbox.ru

Institute of Refrigeration and Biotechnologies, National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (University ITMO)

Widespread proteins of animal origin from the fact that, unlike the vegetable proteins they contain large amounts of amino acids.

Keywords: collagen protein, slurry, rheology.

При производстве пищевых продуктов из сырья животного и растительного происхождения с целью повышения выхода продукта и снижения его себестоимости в технологиях их получения большинство пищевых предприятий используют различные пищевые добавки [1].

Обычно пищевые добавки поступают на производство в виде сухих порошкообразных смесей, которые гидратируется в воде в определенном технологическом соотношении.

Однако при промышленном производстве встает задача перекачивания полученных растворов из одного технологического аппарата или промежуточной емкости в другой.

Для перекачивания растворов встает необходимость подбора насосов или другого нагнетательного оборудования, что требует знание структурно-механических и реологических свойств системы вода – животный белок.

Широкое распространение получили белки животного происхождения из-за того, что в отличие от белков растительного происхождения в них содержатся большое количество аминокислот.

Многие заводы, производящие этот белок, дают технологическую инструкцию, но не дают данные для расчетов коэффициента эффективной вязкости, который необходим для определения сопротивления внутреннему трению.

В качестве объекта исследования был взят гидромодуль 1:20 белка NDPRIMEPRO с содержанием основного вещества 95%. Белок животного происхождения. Изготавливается исключительно из свежей свиной шкурки методом высушивания и измельчения. Он не имеет дополнительных пищевых добавок, не имеет Е – индекса и не имеет GMO – изменений.

На данном гидромодуле были произведены предварительные исследования по изменению структуры суспензии в зависимости от температуры. Исследования проводились в диапазоне температур (20-70)^{0}С. При температуре 20^{0}С - разведение белка. Визуальные наблюдения показали, что белок растворился не полностью. В диапазоне температур (30-50)^{0}С наблюдалось осаждение белка, а при диапазоне (50-70)^{0}С происходило набухание белка.

Из полученных данных следует предположить, что течение суспензии данного гидромодуля будет подчиняться законам неньютоновского течения. Для проверки данного предположения был выбран реотест с целью определения коэффициента эффективной вязкости данного гидромодуля. Проведенные нами исследования позволяют: установить тип неньютоновской жидкости и соответственно закон изменения коэффициента эффективной вязкости от скорости течения. И рассчитать гидравлическое сопротивление коммуникационных трубопроводов.

Зная гидравлическое сопротивление и требуемый расход жидкости можно будет выбрать диаметр трубопровода и потребный напор для нагнетательного оборудования.

Список литературы:

1. Вазей Кристофер / пер. Клепацкая Д.А.Природные пищевые добавки. М.:Столица - Принт, 2007, - 224.

2. Лариса Сарафанова. Применение пищевых добавок в молочной промышленности. СПб:Профессия, 2010 – 224

Spisok literaturyi

1.Vazey Kristofer / per. Klepatskaya D.A.Prirodnyie pischevyie dobavki. M.:Stolitsa - Print, 2007, - 224.

2.Larisa Sarafanova. Primenenie pischevyih dobavok v molochnoy promyishlennosti. SPb:Professiya, 2010 - 224

УДК 637.52

ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МЯСНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПОСОЛЕ

Романова О.Н., студент, ola.romanova25@yandex.ru

ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске

Посол изменяет физико-химическое состояние белков мяса, обуславливающее основные свойства соленого мяса (набухание, консистенцию и др.). Нежный вкус, сочность и другие свойства, определяющие качество продукта, зависят от степени гидратации мяса.

Ключевые слова: мясное сырье, набухание, свойства, гидратация.

CHANGES IN PHYSICO-CHEMICAL STATE OF RAW MEAT WITH AMBASSADOR

Romanova O.N., student, ola.romanova25@yandex.ru

VPO "National Research University" MEI "in Smolensk

Ambassador alter the physico-chemical state of meat protein for causing the main properties of salted meat (swelling, consistency, etc..). Delicate flavor, juiciness, and other properties that determine the quality of the product depend on the degree of hydration of the meat.

Keywords: raw meat, swelling properties, hydration.

Возможности продления срока хранения методом соления широко известны. Посол является одним из наиболее распространенных способов сохранения качества продуктов.

Следствием посола мяса является солоноватый вкус, специфический аромат, а также приобретение тканями устойчивого розово-красный цвета.

Эффективность данного метода обработки обусловлена подавлением роста микрофлоры за счет увеличения осмотического давления в соленых продуктах.

В результате посола из мяса извлекается часть воды, белков, экстрактивных веществ и витаминов. Это нежелательный эффект, вследствие, снижения содержания пищевых веществ в мясе. В процессе посола происходит незначительная потеря содержания витаминов группы В. Величина потерь белковых веществ зависит от концентрации рассола и способа посола; увеличение концентрации соли от 0 до 10-12 % способствует возрастанию потерь, а при дальнейшем повышении концентрации происходит их снижение. Потери минимальны при концентрации 25 %. Также уровень потерь мясом белковых веществ зависит от степени повреждения структуры тканей и степени обескровливания. Однако при правильном посоле некоторая потеря питательных веществ не снижает пищевой ценности продукта. Структура мяса после солевой обработки становится более нежной и лучше усваивается организмом.

Посол изменяет физико-химическое состояние белков мяса, обуславливающее основные свойства соленого мяса (набухание, консистенцию и др.). Нежный вкус, сочность и другие свойства, определяющие качество продукта, зависят от степени гидратации мяса. Гидратация белков мяса в присутствии поваренной соли резко повышается уже в первые сутки выдержки мяса в рассоле, а затем продолжает медленно расти с удлинением срока посола. Изменение белков мяса при посоле сопровождается увеличением прочно связанной влаги в продукте, что обуславливает повышение выходов, так как такой продукт при последующей термообработке лучше удерживает влагу.

Создание и внедрение новых эффективных технологий является перспективным направлением совершенствования процесса посола мясного сырья.

УДК 663.78

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ СМЕСИ НА НАКЛОННОЙ ВИБРАЦИОННОЙ ПЛОСКОСТИ

Самойленко О.А.,студентка,специалист

Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского

Исследование угла наклона частиц продукта во время движения его по вибротранспортёру наклонного типа.

Ключевые слова: частицы, угол,вибротранспортер

MOTION STUDIES MIXTURE ON THE SLOPES VIBRATING PLANE

Samoilenko O.A.,student,specialist

Donetsk national university of economy and trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky

The study of the angle of the particles of the product while driving his vibrotransporter inclined type

Keywords: particles, angle, vibrotransporter.

Частица находящаяся на произвольном участке вибротранаспортера будет иметь вид

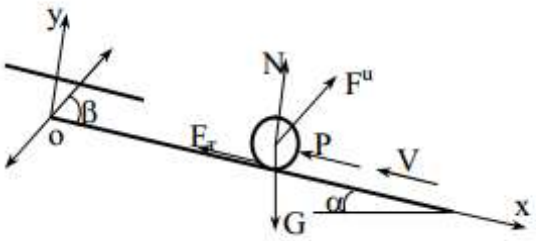


Рисунок 1- Начальный фазовый угол

Дифференциальные уравнения относительного движения частицы в осях *xOy*, жестко связанных с вибрирующей плоскостью, в рассматриваемом случае имеют вид (ось *Ox* направлена вдоль, а ось *Oy* - нормально плоскости).

$$m\ddot{x} = mA\omega^2 \cos\beta \cdot \sin\omega t - mg \cdot \sin\alpha + F$$

$$m\ddot{y} = mA\omega^2 \sin\beta \cdot \sin\omega t - mg \cdot \cos\alpha + N$$

где m - масса частицы; A и ω - соответственно амплитуда и частота колебаний;

β - угол наклона траектории колебаний относительно плоскости (угол вибрации);

α - угол наклона плоскости к горизонту; g - ускорение свободного падения;

N - нормальная реакция; *F* - сила сопротивления движению частицы, которую в начале будем считать силой сухого трения. При движении частицы по вибрирующей поверхности.

При движении частицы без отрыва от поверхности

$$w = \frac{A\omega^2}{g} \cdot \frac{\sin\beta}{\cos\alpha} \le 1$$

Параметр w, равный отношению амплитуды поперечной составляющий .

окончательные результаты.

1. Установившиеся режимы при отсутствии подбрасывания. Движение частицы без отрыва от вибрирующей поверхности может иметь место лишь при выполнении условия, что параметр перегрузки $w \le 1$.

2. Условия существования и устойчивости всех возможных установившихся режимов движения частицы при отсутствии подбрасывания могут быть выражены:

$$z'_{1\pm} = \frac{g}{A\omega^2} \cdot \frac{\sin(\alpha \pm \rho_1)}{\cos(\beta \mp \rho_1)} \quad z'_{1\pm} = \frac{g}{A\omega^2} \cdot \frac{\sin(\alpha \pm \rho_1)}{\cos(\beta \mp \rho_1)}$$

Литература

1.Бугаенко, И.Ф., Тужилкин, В.И.. Общая технология отрасли: учебник для студентов вузов: Ч.1. - М.: ГИОРД, 2007. - 508 с., ил

2. Гончаревич И.Ф., Фролов К.В. Теория вибрационной техники и технологии.- М.: Наука, 1981.- 320с.

Literature

1.Bugaenko, I.F., Tuzhilkin, V.I.. Obshhaya tekhnologiya otrasli: uchebnik dlya studentov vuzov: CH.1. - M.: GIORD, 2007. - 508 s., il

2. Goncharevich I.F., Frolov K.V. Teoriya vibratsionnoj tekhniki i tekhnologii.- M.: Nauka, 1981.- 320s.

УДК 652.32

РАСЧЕТ ШУМОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЧИСТИТЕЛЬНОГО И ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО ЕГО ТЕХНИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ

Севаторова И.С., ассистент, sevatorovairina@rambler.ru

Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского

Полученные регрессионные зависимости позволяют рассчитать ШХ оборудования на стадии его проектирования по основным параметрам оборудования, заданным в технической характеристике. Расчет и анализ ОШХ позволяют выявить технологическое оборудование, которое нуждается в улучшении.

Ключевые слова: шумовая характеристика, анализ ОШХ.

CALCULATION OF THE NOISE CHARACTERISTICS OF CLEANING AND GRINDING EQUIPMENT SOFTWARE, SPECIFICATIONS

Sevatorova I.S, assistant, sevatorovairina@rambler.ru

Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky

The resulting regression dependence allow us to calculate SH equipment design stage on the basic parameters of equipment specified in the technical specifications. Calculation and analysis can detect OSHH technological equipment, which needs to be improved.

Keywords: noise performance analysis OSHH.

Шумовая характеристика (ШХ) технологического оборудования зависит от конструктивных, технологических, силовых, кинематических, динамических параметров, качества изготовления и ряда других факторов. Далеко не всегда удается ее рассчитать с требуемой точностью в процессе проектирования оборудования. Математических зависимостей между основными параметрами оборудования и его ШХ в технической литературе не существует. Поэтому нашей целью являлось установление статистических зависимостей между основными параметрами технологического оборудования: производительностью, массой и установленной мощностью электродвигателя.

Превышение санитарных норм по излучаемому шуму относится, прежде всего, к очистительному и измельчительному оборудованию. Независимо от технологического назначения оборудования его объединяет одинаковая кинематическая схема: двигатель, клиноременная передача на валу рабочего органа и сам рабочий орган.

В качестве ШХ оборудования принимались уровни звуковой мощности в октавных полосах частот 63-8000 Гц и корректированный по А уровень звуковой мощности. ШХ технологического оборудования определялись экспериментально в соответствии со стандартами ISO. В качестве ШХ использовались не абсолютные значения звуковой мощности, а относительные (ОШХ) к основным параметрам.

Аппроксимацией полученных значений ОШХ были получены регрессионные уравнения, которые корректно описывают статистические зависимости ОШХ от показателей технической характеристики очистительного и измельчительного технологического оборудования.

Выводы: ВШХ очистительного и измельчительного оборудования ресторанного хозяйства характеризуют статистическую взаимосвязь ШХ оборудования с его основными параметрами - производительностью, массой, установленной мощностью двигателя. Полученные регрессионные зависимости позволяют рассчитать ШХ оборудования на стадии его проектирования по основным параметрам оборудования, заданным в технической характеристике. Расчет и анализ ОШХ позволяют выявить технологическое оборудование, которое нуждается в улучшении.

УДК 628.1.038

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Сидорова А.И, студентка, sidorova_e_n@mail.ru

ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Смоленск,

В статье рассмотрены требования к качеству питьевой воды, отражены результаты эксперементальных исследований качественных показателей питьевой воды.

Ключевые слова: питьевая вода, качество, органолептические показатели, физико-химические показатели.

COMPARATIVE ANALYSIS OF CHARACTERISTICS OF DRINKING WATER

A.I .Sidorov, a student, sidorova_e_n@mail.ru

VPO "National Research University" MEI ", Smolensk,

The article describes the requirements for drinking water quality, reflecting the results of experimental studies of quality indicators of drinking water.

Keywords: drinking water, quality, organoleptic characteristics, physical and chemical indicators.

В наше время действует нормативный правовой акт - Санитарные привила и нормы «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» - СанПиН 2.1.4.1074-01.

В работе представлены результаты работы исследовательской группы, работавшей над проектом «Вода - сок жизни».

В процессе работы были проведены исследования, позволившие дать объективную оценку качества питьевой воды в нескольких пробах:

При оценке качества были определены органолептические показатели (запах, привкус, цветность, мутность) и показатели, влияющие на органолептические свойства воды (pH, жесткость общая, содержание железа).

Для питьевой и хозяйственно-бытовой воды оптимальным считается уровень pH в диапазоне от 6 до 9. Показатель pH биологических жидкостей человеческого организма расположен в пределах от 7 до 7,5.

Вода с неприятным запахом, цветом и вкусом может оказаться опасной в эпидемиологическом отношении и содержать токсические вещества.

Высокая жесткость придает воде горьковатый вкус и оказывает отрицательное действие на органы пищеварения.

При оценки качества воды были использованы общепринятые методики: органолептические показатели определялись по ГОСТ 3351, массовая концентрация общего железа - по ГОСТ 4011, для определения pH использовался ПНД Ф 14.1:2:3:4.121, для определения жесткости - ГОСТ Р 52407.

По результатам экспериментов можно сделать следующие выводы:

1. Питьевая вода из распределительной сети не соответствовала требованиям по цвету и привкусу и характеризовалась повышенной жесткостью.
2. Показатели качества бутилированной воды выше, чем из распределительной сети. Некоторые производители бутилированной воды снижают ее жесткость (до 3 мг.экв./л), что соответствует нижней границе нормы.

В настоящее время производство и потребление бутилированной воды набирает все большую популярность. В перспективе она заменит в бытовых нуждах воду из распределительной сети.

УДК 663.918.41

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ШОКОЛАДА

Сидорова А.И, студентка, sidorova_e_n@mail.ru

ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Смоленск

В статье представлены результаты химического анализа состава шоколада,определена марка шоколада в соответсвии с органолептическими и физико-химическими свойствами.

Ключевые слова: шоколад, органолептические свойства, физико-химические свойства, пищевая ценность.

COMPARATIVE ANALYSIS OF QUALITY OF THE CHOCOLATE

AI Sidorov, a student, sidorova_e_n@mail.ru

VPO "National Research University" MEI ", Smolensk

The article presents the results of the chemical analysis of the composition of chocolate, chocolate brand is defined in accordance with the organoleptic and physico-chemical properties.

Tags: chocolate, organoleptic properties, physical and chemical properties, nutritional value.

Шоколад – продукт массового потребления, выпускаемый в широчайшем ассортименте.

В работе представлены результаты изучения состава шоколада посредством проведения химического анализа и дан анализ маркировки.

В процессе работы было проведено исследование шоколада следующих производителей: ОАО «Бабаевский», ОАО «МКФ «Красный Октябрь», ООО «Мон'делис Русь».

В процессе работы оценивались физико-химические и органолептические показатели качества шоколада и его пищевая ценность.

По результатам проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

1. Пищевая ценность шоколада обуславливается физиологической ценностью и зависит от состава. Физиологическая ценность определяется наличием физиологически активных веществ (теобромина, кофеина и дубильных веществ), стимулирующих деятельность организма.
2. Энергетическая ценность шоколада очень высока (483-560 ккал) и зависит от содержания жиров, белков и углеводов; поэтому он незаменим для людей с ослабленным здоровьем, сниженным иммунитетом, часто болеющих, перенесших операции и тяжелые инфекционные болезни.

3. Органолептическая ценность шоколада зависит от вкуса, консистенции, запаха, цвета и однородности шоколада. Шоколад должен иметь твёрдую консистенцию и однородную структуру (пористый шоколад - ячеистую). Форма шоколадных плиток должна быть правильной, с чётким рисунком, без деформации. Поверхность шоколада - блестящая, у орехового и молочного шоколада допускается матовая.

4. Шоколад легко усваивается организмом человека.

5. Составляющие шоколада - глюкоза и сахароза - улучшают микроциркуляцию в мозгу, поднимают настроение.

6. Диетологи разрешают съедать 50-70г шоколада в день, при условии, что из рациона будут исключены другие сладости.

Высокая энергетическая, пищевая ценность, положительное влияние на здоровье делают шоколад продуктом массового потребления.

УДК 637.143

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДНО-ЗЕРНОВЫХ СУСПЕНЗИЙ ИЗ РЖИ

Степаненко А.В., бакалавр ИХиБТ Университет ИТМО
aise7@rambler.ru
Рук.: Гуляева Ю.Н., доцент, к.т.н., gulyaeva.yul@yandex.ru

Институт Холода и биотехнологий Национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики
(Университет ИТМО)

В процессе производства пищевого спирта используется различное сырье. В связи с этим, в дальнейшем будут проводиться исследования вязкости и плотности водно-зерновой суспензии из ржаного сырья.

Ключевые слова: водно-зерновая суспензия, рожь, гидравлические сопротивления.

STUDY OF THE RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WATER-CEREAL SUSPENSIONS FROM RYE

Instructor: Gulyaeva J.N., docent,Ph.D.,gulyaeva.yul@yandex.ru
Stepanenko A. V.,bachelor, aise7@rambler.ru

Institute of Refrigeration and Biotechnologies, National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (University ITMO)

In the manufacturing process of edible alcohol various raw materials used. In connection with this, further studies will be conducted viscosity and density of aqueous suspensions of rye grain material.

Keywords: aqueous suspension of grain, rye, hydraulic resistance.

Технология производства этанола сложна, ей присущи такие операции как: затор, перегонка, выгонка и т.д..[1]. Перекачивание затора осуществляется насосами, правильный подбор которых неизбежно связан с расчетом гидравлических сопротивлений трубопроводов, возникающих при движении жидкости по ним. Основной задачей гидродинамики является установление зависимости между средней скоростью течения и движущей силой, инициирующей это течение. Таким образом, оценка гидравлических сопротивлений возникающих при движении водно-зерновой суспензии по трубам представляет собой актуальную задачу. При оценке гидравлических сопротивлений важную роль играет физические свойства движущейся среды, а именно коэффициент динамической вязкости и плотности в зависимости от температуры.

В процессе тепловой обработки зерновое сырье претерпевает структурные изменения, а именно перевод из природного состояния в водорастворимое. Такая трансформация протекает под влиянием высоких температур и активном гидродинамическом воздействии.

Проведенные ранее предварительные исследования на кафедре «Процессов и аппаратов пищевых производств» показали, что водно-зерновая суспензия проявляет свойства неньютоновской жидкости характерные для псевдопластичных жидкостей [2,3]. Были проведены исследования ячменного перемолотого зерна с проходом через сито 1мм, гидромодулей 1:2,5 – 1:4 в температурном диапазоне 20-90^{0}С зависимости динамического коэффициента вязкости от температуры и скорости сдвига. На этом основании получены математические зависимости для расчета значений коэффициентов динамической вязкости в наиболее характерных периодах проведения водно-тепловой обработки зерна. Так же проводились исследования изменения плотности суспензии от температуры. Исследовалось ячменное сырье, гидромодулями 1:2,5 – 1:4 с температурным диапазоном в 20-90^{0}С. Наблюдения показали, что в зависимости от изменения температуры плотность смеси, а также плотность зерна изменяется, но не имеет прямой линейной зависимости.

В процессе производства пищевого спирта используется различное сырье. В связи с этим, в дальнейшем будут проводиться исследования вязкости и плотности водно-зерновой суспензии из ржаного сырья.

Список литературы:

1. Яровенко В.Л. Технология спирта.-М.:Колос,2002.-465с.

2.Новоселов А.Г., Гуляева Ю.Н., Чеботарь А.В., Мераджи В.В. Экспериментальное исследование гидравлических сопротивлений при течении водно-зерновых суспензий в трубах

3. Новоселов А.Г., Чеботарь А.В., Ибрагимов Т.С. Характерные особенности изменения реологических свойств водно-зерновых суспензий в процессе водно-тепловой и ферментативной обработки (ВТФО) зернового сырья. - Электронный Научный Журнал "Процессы и аппараты пищевых производств". - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий, 2013. - Вып. №1 март. - С. 30. - 47 с.

Spisok literaturyi:

1. Yarovenko V.L. Tehnologiya spirta.-M.:Kolos,2002.-465s.

2.Novoselov A.G., Gulyaeva Yu.N., Chebotar A.V., Meradzhi V.V. Eksperimentalnoe issledovanie gidravlicheskih soprotivleniy pri techenii vodno-zernovyih suspenziy v trubah

3. Novoselov A.G., Chebotar A.V., Ibragimov T.S. Harakternyie osobennosti izmeneniya reologicheskih svoystv vodno-zernovyih suspenziy v protsesse vodno-teplovoy i fermentativnoy obrabotki (VTFO) zernovogo syirya. Elektronnyiy Nauchnyiy Zhurnal "PROTsESSYi I APPARATYi PISchEVYiH PROIZVODSTV". - Sankt-Peterburg: Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyiy universitet nizkotemperaturnyih i pischevyih tehnologiy, 2013. - Vyip. #1 mart. - S. 30. - 47 s.

УДК 664.9

СОЗДАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ ПАСТООБРАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Стречик А. М., студент института пищевых производств Донецкого национального университета экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского

Процесс изготовления картофельных полуфабрикатов – это длительный и трудоемкий процесс, состоящий из операций как механической, так и тепловой обработки. Наиболее затратным и сложным процессом в технологической цепи является процесс сушки. Данная работа посвящена созданию экспериментального стенда со спиральным рабочим органом для сушки пастообразных полуфабрикатов.

Ключевые слова: сушка, пастообразные материалы, стенд

CREATION OF THE EXPERIMENTAL STAND FOR RESEARCH OF PROCESS OF DRYING OF PASTELIKE MATERIALS

Strechik A. M., the student of institute of foods production of Donetsk national university of economy and trade of Mikhail Tugan-Baranovsky

Production of potato's semi-finished products is the long and labor-intensive process consisting of mechanical and thermal an operations. The most expensive and difficult process in a technological chain is process a drying . This work is devoted to creation of the experimental stand with spiral working body for drying of pastelike semi-finished products.

Keywords: drying, pastelike materials, stand

Список литературы

1. Ковганко Р.Л. Производство картофельных гранул на овощесушильных заводах / Р.Л.Ковганко, В.Н.Залецкий - Минск: БелНИИНТИ, 1972.
2. Залецкий В.Н. Разработка технологии изготовления сухого картофельного пюре в виде гранул на типовых линиях овощесушильных предприятий / В.Н.Залецкий, Р.Л.Ковганко, Т.М.Червинская, Т.Н.Святославская // Сб. «Труды ВНИИПК», - Вып. 12 - М. «Пищевая промышленность», 1972.
3. Шуб Л.П. Производство сухого картофельного пюре в СССР и за рубежом / Л.П.Шуб, Р.Д.Ларкович – М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1971.

Spisok literatury

1. Kovganko R.L. Proizvodstvo kartofelnyh granul na ovoschesushilnyh zavodah / R.L.Kovganko, V.N.Zaletskiy - Minsk: BelNIINTI, 1972.
2. Zaletskiy V.N. Razrabotka tehnologii izgotovleniya suhogo kartofelnogo pure v vide granul na tipovyh liniyah ovoschesushilnyh predpriyatiy / V.N.Zaletskiy, R.L.Kovganko, T.M.Chervinskaya, T.N.Svyatoslavskaya // Sb. «Trudy VNIIPK», - Vyp. 12 - M. «Pischevaya promyshlennost», 1972.
3. Shub L.P. Proizvodstvo suhogo kartofelnogo pure v SSSR i za rubezhom / L.P.Shub, R.D.Larkovich – M.: TsNIITEIpischeprom, 1971.

УДК 532.5.:681

СРАВНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ РЕЦЕПТУР КОРМОВ ДЛЯ НЕПРОДУКТИВНЫХ ЖИВОТНЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ И НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Доктор тех.наук, проф. Алексеев Г.В., магистрант Аксенова О.И.
gva2003@rambler.ru
Санкт-Петербурский Национальный Исследовательский Университет
Информационных Технологий, Механики и Оптики
Институт холода и Биотехнологий

В статье рассмотрены два подхода к моделированию рецептур кормов для домашних животных. Результаты, полученные на основе моделирования с помощью аппарата нечеткой логики, сравниваются с традиционным моделированием методами математической статистики. Для реализации предлагаемых методик используются пакеты Excel и MathCAD, с представлением результатов моделирования в графическом виде. Приведены аналитические выкладки и результаты эксперимента, свидетельствующие о работоспособности обеих предложенных методик для различных гендерных групп животных.

Ключевые слова: математическое моделирование, нечеткая логика, корреляция, диффузионный анализ, уравнение регрессии, рецептура кормов, непродуктивные животные.

COMPARISON OF THE MODELS PROVENDER FOR UNPRODUCTIVE ANIMAL, GOT BY METHODS OF THE MATHEMATICAL STATISTICS AND ILL-DEFINED LOGIC

D.Sc. prof. Alexeev G.V., master Aksenova O.
gva2003@rambler.ru
St. Petersburg National Research
University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

Two approaches are considered in article to modeling provender for home animal. The Results got on base of modeling by means of device of the ill-defined logic are compared with traditional modeling by methods of the mathematical

statistics. For realization of the proposed methodses are used packages Excel and MathCAD, with presentation result modeling in graphic type. They Are Brought analytical and results of the experiment, being indicative of capacity to work both offered methodses for different of the groups animal.

The keywords: mathematical modeling, fuzzy logic, correlation, analysis of the diffusion equation of the regression, recipe feed, unproductive animals.

Рынок кормов для непродуктивных животных в Российской Федерации является самым быстро развивающимся и растущим в Восточной Европе. Однако специфика данного вида продукта обуславливает целый комплекс проблем, с которым в настоящее время приходится сталкиваться производителям кормов. Наиболее значимыми проблемами являются: низкий уровень развития сырьевой базы, отсутствие модернизации отрасли и обновления основных производственных фондов, неполное использование производственных мощностей, финансовая неустойчивость, нехватка собственных средств и сложность привлечения инвестиций, дефицит квалифицированных кадров.

Проблемы ограничения информационного обеспечения, неполного использования производственных мощностей, дефицита сырья с постоянными качественными показателями могут быть решены при помощи такого средства, как математическое моделирование. Математическое моделирование может базироваться на минимальном количестве эмпирических опытов, что ведет к снижению материальных и временных затрат. Так же математическое моделирование дает более точные результаты, по сравнению с эмпирическими методами моделирования, что позволяет повысить качество продукции, усовершенствовать процессы производства и контроля на различных этапах.

Нестабильные качественные показатели сырья затрудняют построение полной математической модели. Поэтому предпочтительно строить математическую модель, основанную на нечетком логическом выводе.

Основы нечеткой логики были заложены в конце 60-х лет в работах известного американского математика Латфи Заде. Он же дал и название для новой области науки - "fuzzy logic" (fuzzy - нечеткий, размытый, мягкий). Дальнейшие работы профессора Латфи Заде и его последователей заложили фундамент новой теории и создали предпосылки для внедрения методов нечеткого управления в инженерную практику.

Аппарат теории нечетких множеств, продемонстрировав ряд многообещающих возможностей применения, оказался вместе с тем сложным для воплощения.

Свое второе рождение теория нечеткой логики пережила в начале восьмидесятых годов, когда несколько групп исследователей (в основном в

США и Японии) всерьез занялись созданием электронных систем различного применения, использующих нечеткие управляющие алгоритмы. Теоретические основы для этого были заложены в ранних работах Коско и других ученых.

Третий период начался с конца 80-х годов и продолжается в настоящее время. Этот период характеризуется бумом практического применения теории нечеткой логики в разных сферах науки и техники. Смещение центра исследований нечетких систем в сторону практических применений привело к постановке целого ряда проблем, в частности:

- новые архитектуры компьютеров для нечетких вычислений;
- элементная база нечетких компьютеров и контроллеров;
- инструментальные средства разработки;
- инженерные методы расчета и разработки нечетких систем управления, и т.п.

Использование методов нечеткой логики при моделировании процессов в пищевой промышленности является новым активно развивающимся направлением.

Данный метод моделирования позволяет проводить анализ, в условиях субъективной оценки эмпирических данных и отсутствии явной числовой формы результата, что характерно при разработке новых видов пищевых продуктов. Особенно ярко преимущества этих систем проявляются при проектировании многокомпонентных пищевых продуктов, где велика неопределенность входных и выходных параметров, а качество оценивается по результатам сенсорного анализа.

Так же достоинством модели является, возможность ее получения при выборе минимального набора закономерностей. Вследствие отсутствия необходимости ввода точных данных, время, требуемое для моделирования резко сокращается.

Применение аппарата нечеткой логики позволяет улучшить качество управления объектами, определить оптимальное соотношение рецептурных компонентов при проектировании новых многокомпонентных видов продуктов и сократить количество производственных опытов. Дополнительно он дает возможность повысить качество управления производством и контролем готового продукта в условиях информационной неопределенности, которая характерна для реального производства в отраслях пищевой промышленности.

Ранее на основании методов нечеткой логики была разработана математическая модель рецептуры многокомпонентных кормов для непродуктивных животных, подтвержденная экспериментальными исследованиями. Достоверность и обоснованность полученных результатов определяются корректным применением аппарата нечеткой логики, а выводы и предложения не противоречили известным практическим результатам, содержащихся в трудах специалистов по вопросам

математического моделирования рецептур, в том числе моделирования рецептур кормов [9].

Проверим результаты математического моделирования рецептур кормов для непродуктивных животных методом нечеткой логики на основании методов математической статистики.

Разработанная в настоящей статье математическая модель рецептуры многокомпонентных кормов строится на классических методах математической статистики и базируется на эмпирических данных.

Построенная математическая модель, отражает зависимость поедаемости корма животными (y) от pH среды корма (x_1), влажности готового корма (x_2) и концентрации белковых компонентов рецептурной смеси корма (x_3). Построение системы показателей проводилось в пакете Excel при помощи функции анализ данных.

Статистические данные по переменным приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Статистические данные мат. модели

y	x_1	x_2	x_3
0,2	7,5	12	55
0,5	6,06	14	65
0,8	6,26	18	77
0,1	6,29	13	53
0,7	6,2	10	65
0,6	6,27	11	65
0,4	6,14	8	55
0,3	6,21	13,5	58
1	6,11	14,5	70
0,9	6,23	18	90

Построим матрицу коэффициентов парной корреляции (табл.2), из которой следует, что поедаемость корма имеет наиболее тесную связь с концентрацией белковых компонентов рецептурной смеси, а влияние влажности готового корма и pH среды рептурной смеси менее существенны. Взаимного влияния рассматриваемых факторов не выявлено, слабых связей факторов математической модели на поедаемость так же не выявлено, поэтому все факторы будут учтены при построении математической модели.

Таблица 2 – Корреляционная матрица

	y	x_1	x_2	x_3
y	1			
x_1	-0,43257	1		
x_2	0,46462	-0,10071	1	
x_3	0,835957	-0,29847	0,751556	1

Выполнив регрессионный и дисперсионный анализ в пакете Excel, получили зависимости отраженные в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты регрессионного и дисперсионного анализа

Регрессионная статистика				
Множественный R	0,884119			
R-квадрат	0,781667			
Нормированный R-квадрат	0,6725			
Стандартная ошибка	0,173265			
Наблюдения	10			
Дисперсионный анализ				
	df	*SS*	*MS*	*F*
Регрессия	3	0,644875	0,214958	7,160309
Остаток	6	0,180125	0,030021	
Итого	9	0,825		
	Коэффициенты	*Стандартная ошибка*	*t-статистика*	*P-Значение*
Y-пересечение	-0,1109	1,092108	-0,10155	0,922424
x_1	-0,11278	0,147403	-0,76509	0,473227
x_2	-0,0314	0,027912	-1,12496	0,303585
x_3	0,027395	0,008108	3,37887	0,014879

Уравнение регрессии зависимости поедаемости корма животными от pH среды и влажности корма, концентрации белковых компонентов, имеет вид:

$$У=-0,111-0,113X_1-0,031X_2+0,027X_3$$

Вычисленное значение критерия Фишера для доверительной вероятности 95% и степеней свободы числителя и знаменателя соответственно 3 и 6 свидетельствует о неадекватности модели, поскольку расчетное значение не превышает табличное, равное 8,76.

Попытаемся привести модель к адекватному виду, увеличив показатели степеней переменных и перейдя к нелинейной зависимости.

В первую очередь рассмотрим зависимости квадратичного вида. Наиболее значимыми переменными в модели являются влажность корма и концентрация белкой составляющей. Составим соответствующее

уравнение регрессии для этих двух факторов при помощи пакета MathCAD.

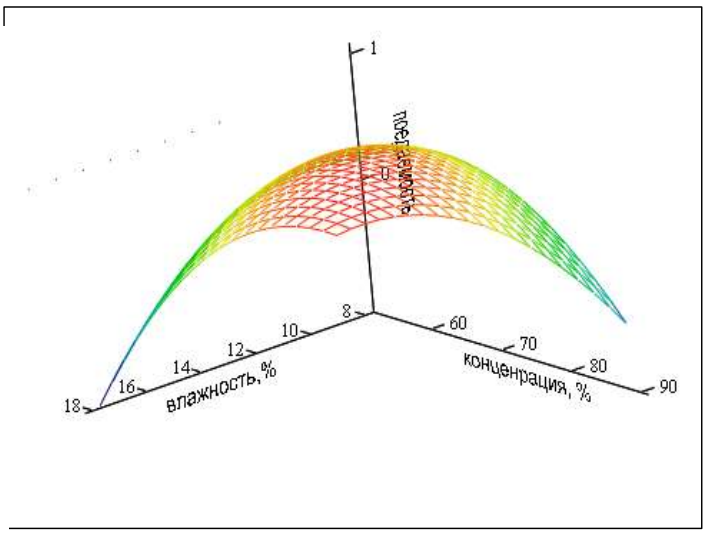
$$I := \mathrm{COrder}(Nvars, deg) \qquad coeffs := \mathrm{submatrix}(R, 3, \mathrm{rows}(R) - 1, 0, 0)$$

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 2 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 2 & 0 \end{pmatrix} \qquad coeffs = \begin{pmatrix} 7.183 \times 10^{-3} \\ -1.561 \times 10^{-3} \\ 0.147 \\ -4.79 \\ -0.04 \\ -0.018 \end{pmatrix}$$

Таким образом, новое уравнение регрессии имеет вид:

$$y=-0,018x_2^2-0,04x_2-1,561\cdot10^{-3}x_3^2+0,147x_3+7,183\cdot10^{-3}x_3x_2-4,79$$

В пакете MathCAD представим построенную зависимость поедаемости корма от влажности готового продукта и концентрации белковых компонентов графически. Из графика зависимости представленного на рисунке 1 видно, что функция имеет экстремум.



F,(X,Y,Z)

Рисунок 1 – Функция зависимости поедаемости корма от влажности и концентрации белковой составляющей

Воспользовавшись критерием Сильвестра найдем критические точки, поскольку наличие экстремума функции вытекает из графика и

соответствующего значения квадратичной формы. Обозначив через x - концентрацию белковых компонентов, а y – влажность рецептурной смеси,

$$d/dy(0,147x-0,00156x^2+0,007183xy-0,00y-0,018y^2-4,79)=0$$
$$d/dx(0,147x-0,00156x^2+0,007183xy-0,00y-0,018y^2-4,79)=0$$

и представляя полученные уравнения для матричного метода в виде

$$M := \begin{pmatrix} -0.00312 & 0.007183 \\ 0.007183 & -0.036 \end{pmatrix} \qquad v := \begin{pmatrix} -0.147 \\ 0.04 \end{pmatrix}$$

в MathCAD, получим учитывая соответствующие матрицы следующее решение:

$$\mathrm{lsolve}(M, v) = \begin{pmatrix} 82.416 \\ 15.333 \end{pmatrix}$$

Из полученного решения, можно сделать вывод о том, что наилучшая поедаемость корма будет при концентрации белковых компонентов 82,4% и влажности 15%.

Моделирование методами нечеткой логики показало наилучшую поедаемость корма животными при влажности 9% и концентрации белковых составляющих 90%. Расхождение результатов по отношению к концентрации можно признать не значительным. Некоторое несоответствие результатов по влажности можно объяснить тем, что построенная методами математической статистики модель не учитывает влияния других характеристик, например Ph,

Учитывая близость полученных результатов моделирования можно рекомендовать для взрослых кошек модели полученные методами математической статистик, как наиболее простые, а моделирование кормов для котят производить методами нечеткой логики.

Список литературы

1. Алексеев Г.В., Вороненко Б.А., Лукин Н.И. Математические методы в пищевой инженерии. – Санкт-Петербург, ЛАНЬ, 2012, 176 с.

2. Алексеев Г.В., Вороненко Б.А., Гончаров М.В., Холявин И.И. Численные методы при моделировании технологических машин и оборудования. – Санкт-Петербург, ГИОРД, 2014, 200с.

3. Алексеев Г.В., Даниленко Е.А. Возможности моделирования измельчения пищевых добавок для продуктов функционального питания.// вестник международной академии холода. 2011.№2. С. 16-18.

4. Аксенова О.И., Шубенкова В.А. Составление рецептурной смеси проектируемых продуктов при неопределенности структурных факторов показателей качества.// Сборник трудов Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство». Воронеж. 2013. С.816-820

5. Аксенова О.И. Использование методов нечеткой логики при моделировании рецептур сухих кормов для домашних животных// Сборник трудов III Международной научно-технической конференции «Энергетика, информатика, инновации - 2013». Смоленск. 2013. С. 207-211.

6. Аксенова О.И. Моделирование ФТС рецептурной смеси с учетом взаимодействия равнозначных компонентов// Сборник трудов III Международной научно-практической конференции «Перспективное развитие науки, техники и технологий». Курск. 2013.С. 66-71.

7. Аксенова О.И., Шубенкова В.А. Проектирование многокомпонентных продуктов с использованием теории нечетких множеств// Сборник трудов II заочной Международной научно-практической конференции «Техника и технологии: роль в развитии современного общества». Краснодар. 2013. С. 34-35.

8. Аксенова О.И. Математическое моделирование рецептур кормов для непродуктивных животных, как инновационный метод составления рецептур// Сборник трудов III Международной научно-технической конференции «Современные материалы, техника и технология». Курск. 2013. С. 20-22.

9. Алексеев Г.В., Аксенова О.И. Использование математического моделирования для ресурсосберегающих пищевых производств// Процессы и аппараты пищевых производств, № 3, 2014.

10. Алексеев Г. В, Аксенова О.И. Использование нечеткой логики в пищевых производствах.// Сборник материалов докладов IV международной научно практической конференции «Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки». Северный Чарльстон. США. 2014. С. 4-8.

References

1. Alekseev G.V., Voronenko B.A., Lukin N.I. Matematicheskie metodyi v pischevoy inzhenerii. – Sankt-Peterburg, LANЬ, 2012, 176 s.

2. Alekseev G.V., Voronenko B.A., Goncharov M.V., Holyavin I.I. Chislennyie metodyi pri modelirovanii tehnologicheskih mashin i oborudovaniya. – Sankt-Peterburg, GIORD, 2014, 200s.

3. Alekseev G.V., Danilenko E.A. Vozmozhnosti modelirovaniya izmelcheniya pischevyih dobavok dlya produktov funktsionalnogo pitaniya.// vestnik mezhdunarodnoy akademii holoda. 2011.#2. S. 16-18.

4. Aksenova O.I., Shubenkova V.A. Sostavlenie retsepturnoy smesi proektiruemyih produktov pri neopredelennosti strukturnyih faktorov pokazateley kachestva.// Sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Innovatsionnyie tehnologii v pischevoy promyishlennosti: nauka, obrazovanie i proizvodstvo». Voronezh. 2013. S.816-820

5. Aksenova O.I. Ispolzovanie metodov nechetkoy logiki pri modelirovanii retseptur suhih kormov dlya domashnih zhivotnyih// Sbornik trudov III Mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Energetika, informatika, innovatsii - 2013». Smolensk. 2013. S. 207-211.

6. Aksenova O.I. Modelirovanie FTS retsepturnoy smesi s uchetom vzaimodeystviya ravnoznachnyih komponentov// Sbornik trudov III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivnoe razvitie nauki, tehniki i tehnologiy». Kursk. 2013.S. 66-71.

7. Aksenova O.I., Shubenkova V.A. Proektirovanie mnogokomponentnyih produktov s ispolzovaniem teorii nechetkih mnozhestv// Sbornik trudov II zaochnoy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Tehnika i tehnologii: rol v razvitii sovremennogo obschestva». Krasnodar. 2013. S. 34-35.

8. Aksenova O.I. Matematicheskoe modelirovanie retseptur kormov dlya neproduktivnyih zhivotnyih, kak innovatsionnyiy metod sostavleniya retseptur// Sbornik trudov III Mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Sovremennyie materialyi, tehnika i tehnologiya». Kursk. 2013. S. 20-22.

9. Alekseev G.V., Aksenova O.I. Ispolzovanie matematicheskogo modelirovaniya dlya resursosberegayuschih pischevyih proizvodstv// Protsessyi i apparatyi pischevyih proizvodstv, # 3, 2014.

10. Alekseev G. V, Aksenova O.I. Ispolzovanie nechetkoy logiki v pischevyih proizvodstvah.// Sbornik materialov dokladov IV mezhdunarodnoy nauchno prakticheskoy konferentsii «Fundamentalnaya nauka i tehnologii – perspektivnyie razrabotki». Severnyiy Charlston. SShA. 2014. S. 4-8.

УДК 628.16

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ СОЛЕВЫХ РАСТВОРОВ ПРИ ЗАМОРАЖИВАНИИ

Аксенова О.И., магистрант, oksi280491@yandex.ru
Санкт-Петербурский Национальный Исследовательский Университет Информационных Технологий, Механики и Оптики
Институт холода и Биотехнологий
Толкова Т.С., студент, tat.tolckova@yandex.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Смоленск

В статье раскрывается содержание понятия «минерализация» воды. Приводится краткий обзор существующих методов деминерализации (обессоливания) воды (термический, ионообменный, обратный осмос, электродиализ, вымораживание). Описываются главные принципы, лежащие в основе каждого из методов, и выделяются их основные недостатки. Приводятся критерии выбора того или иного метода обессоливания воды.

В статье особое внимание уделяется методу вымораживания, который открывает широкие перспективы в направлении получения биологически полноценной питьевой воды. Описываются преимущества рассматриваемой технологии обессоливания воды. Приводятся аналитические выкладки и результаты экспериментальных исследований, проведенных с целью подтверждения работоспособности предложенной методики.

Ключевые слова: минерализация, методы обессоливания воды, метод вымораживания, солевой раствор, биологическая полноценность воды.

EXPERIMENTAL RESEARCHES OF THE CHANGES IN THE CONCENTRATIONS OF SALT SOLUTIONS DURING FREEZING

Aksenova O.I., magister, oksi280491@yandex.ru
St. Petersburg National Research
University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

Tolkova T.S., student, tat.tolckova@yandex.ru
National Research University “Moscow Power Engineering Institute”
(Smolensk branch),

The article reveals the concept of "mineralization" of water. It provides an overview of existing methods of demineralization (desalination) of water (thermal, ion exchange, reverse osmosis, electrodialysis, freezing). It also describes the main principles of each method and highlights their main drawbacks. There are criteria of selection one or another method of water desalination.

The article focuses on the method of freezing, which opens wide prospects in the direction of production of biologically full drinking water. It describes the benefits of the technology in water desalination. There are analytical calculations and the results of experimental research conducted in order to confirm the feasibility of the proposed method.

Keywords: mineralization, methods of the water desalination, method of freezing, salt solution, biological value of the water.

Одним из важнейших показателей качества воды, который определяет ее пригодность для использования в бытовых и промышленных целях, является минерализация (или общее количество растворенных в воде солей). Предельно допустимые концентрации солей в воде задаются соответствующими нормативными документами.

Важной причиной осуществления обязательного контроля данного показателя является тот факт, что высокий уровень минерализации – это индикатор потенциальной опасности. В связи с этим весьма актуальным является изучение методов деминерализации (обессоливания) воды с целью поиска направлений их совершенствования, а также разработка новых методов.

В настоящее время существуют следующие основные методы обессоливания воды:

– термический;

– ионообменный;

– обратный осмос;

– электродиализ;

– вымораживание.

Как правило, главными критериями выбора того или иного метода являются следующие:

– обеспечение уровня обессоливания воды, удовлетворяющего соответствующим нормативным документам, принятым в РФ;

– обеспечение высокого выхода питьевой воды при низком выходе отработанной воды с концентратом солей;

– обеспечение высокой энергетической эффективности процесса обессоливания воды [1].

Кроме того, при выборе метода необходимо учитывать солесодержание исходной воды. Так, при наличии в воде солей с концентрацией до 2000–3000 мг/л целесообразно применять ионообменный метод. При солесодержании 3000–10000 мг/л рентабельны электродиализные установки. Если необходимо опреснять воду с солесодержанием 10000–35000 мг/л следует применять термический метод и метод вымораживания.

Рассмотрим основные принципы, лежащие в основе вышеперечисленных методов обессоливания воды.

При термическом способе получение обессоленной воды осуществляется ее дистилляцией – испарением с последующей конденсацией. Метод считается наиболее энергоемким, что связано с большими затратами энергии на выпаривание.

Ионообменный метод основан на последовательном пропускании растворов неорганических солей через катионитовые и анионитовые фильтры [2].

Уравнения реакций, лежащих в основе данного метода:

$$2H[K] + Ca(HCO_3)_2 \Leftrightarrow Ca[K]_2 + CO_2 \uparrow + H_2O$$
$$H[K] + NaCl \Leftrightarrow Na[K] + HCl$$
$$2H[K] + Na_2SO_4 \Leftrightarrow 2Na[K] + H_2SO_4$$
$$OH[A] + HCl \Leftrightarrow Cl[A] + H_2O$$
$$2OH[A]_2 + H_2SO_4 \Leftrightarrow SO_4[A]_2 + 2H_2O$$

Основные недостатки метода – большой расход реагентов на регенерацию ионитных смол, значительный сброс засоленных стоков в канализацию и загрязнение окружающей среды, высокая величина капитальных затрат.

В основе метода обратного осмоса лежит разделение исходных растворов путем фильтрования через мембраны, обладающие избирательной проницаемостью, а именно: их поры пропускают молекулы воды, но не пропускают гидратированные соли или молекулы недиссоциированных соединений. Данный метод является весьма перспективным. Однако для его применения необходимо, чтобы вода, подаваемая на мембраны, соответствовала определенным нормам. Для этого необходимо проводить предварительную очистку воды. Это является важным условием для обеспечения нормальной эксплуатации обратноосмотических установок.

Электродиализ – процесс мембранного разделения, в котором ионы растворенного вещества переносятся через мембрану под действием электрического поля. Схема обессоливания воды методом электродиализа представлена на рисунке 1.

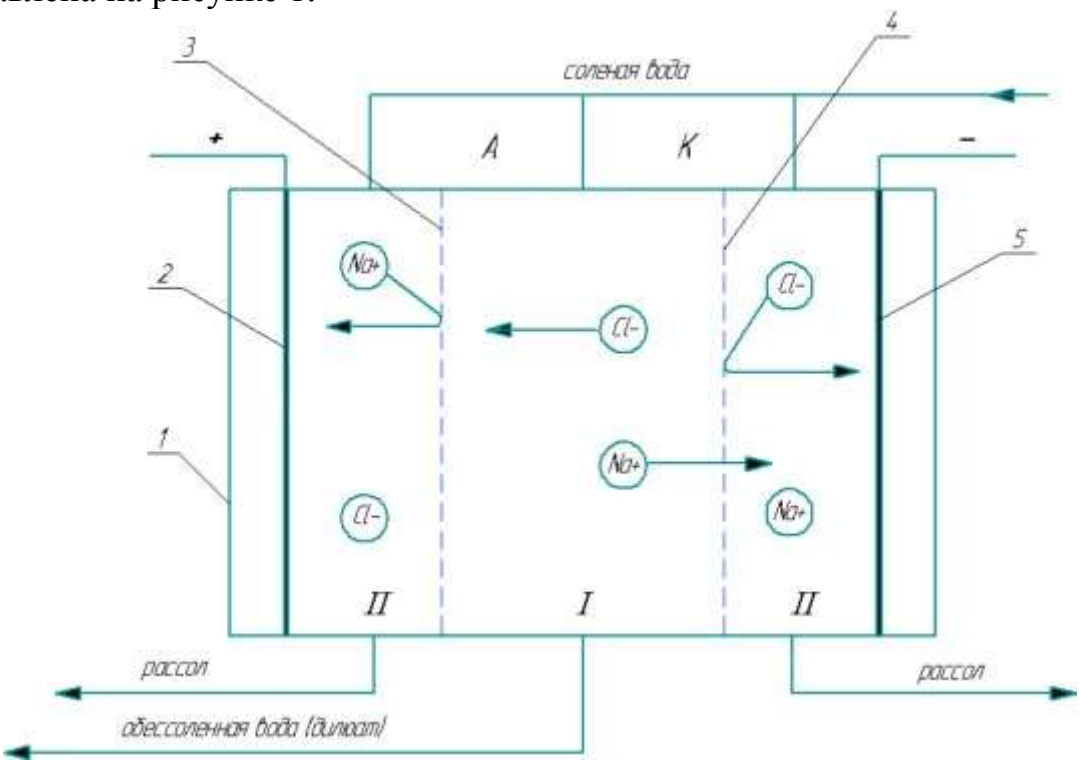


Рисунок 1 – Схема электродиализатора:

I – камера обессоливания (дилюатная); II – рассольные камеры; 1 – емкость с обрабатываемой водой; 2 – анод; 3 – анионитовая мембрана; 4 – катионитовая мембрана; 5 –катод

Основой данного метода является селективное разделение определенных типов ионов солей: катионы перемещаются по направлению к отрицательно заряженному электроду (катоду), анионы движутся по направлению к положительно заряженному электроду (аноду). Как и в случае обратного осмоса, вода, подлежащая обессоливания, должна пройти предварительную очистку.

Одним из относительно редко используемых методов частичного обессоливания воды является метод вымораживания, в основе которого лежит постепенное замерзание воды с движением фронта кристаллизации от стенки аппарата к его оси. При этом происходит «вытеснение» солей к центру аппарата. Данное явление – следствие того, что температура замерзания чистой воды выше температуры замерзания солевого раствора, что в результате постепенного перехода вещества в твердое состояние повышает содержание солей в заданном пространстве [3].

Для подтверждения данной зависимости на кафедре «Технологические машины и оборудование» ФГБОУ ВПО «НИУ МЭИ» в г. Смоленске были проведены экспериментальные исследования обессоливания растворов методом вымораживания.

Цель эксперимента: изучение процессов изменения концентраций Na^+ и Ca^{2+} в солевых растворах в ходе замораживания.

В качестве исходных были взяты растворы солей $NaCl$, Na_2CO_3, $CaCl_2$.

Выбор солей обусловлен тем, что они, как правило, являются преобладающими в составе вод на территории Смоленской области, что связано с природными условиями.

Замораживание растворов осуществляли в цилиндрических сосудах радиусом $R = 0{,}04$ м и высотой $H = 0{,}1$м. Измерение концентраций проводили перед замораживанием, после 3 часов замораживания, после 4 часов замораживания, а также после полного замерзания раствора с последующим плавлением 10% льда, находящегося в центре сосуда.

Полученные данные приведены на рисунках 2–4.

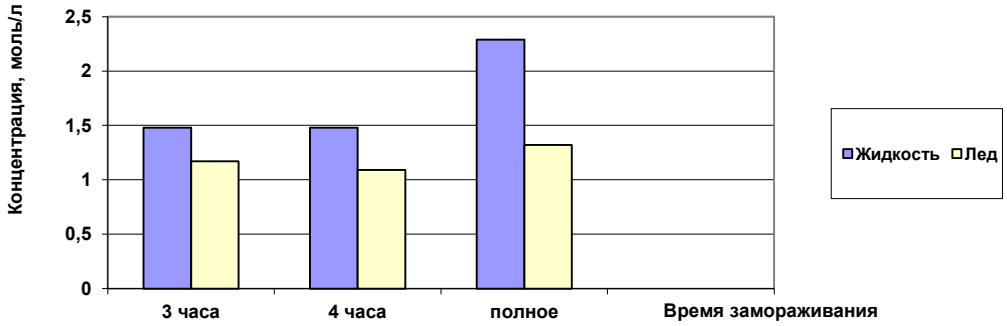


Рисунок 2 – Изменение концентрации Na^+ в процессе замораживания солевого раствора $NaCl$

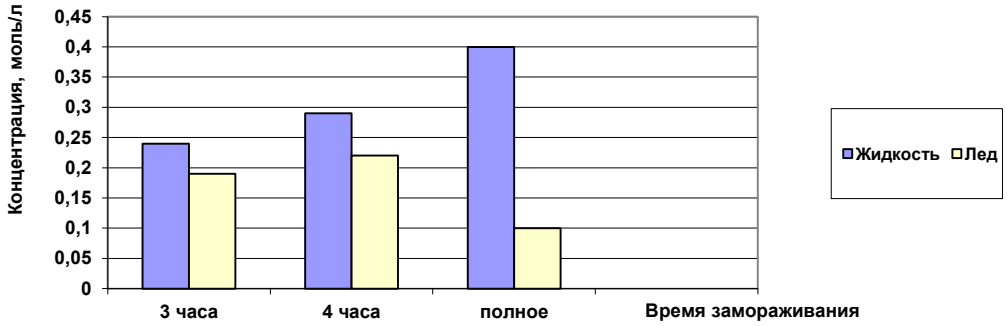


Рисунок 3 – Изменение концентрации Na^+ в процессе замораживания солевого раствора Na_2CO_3

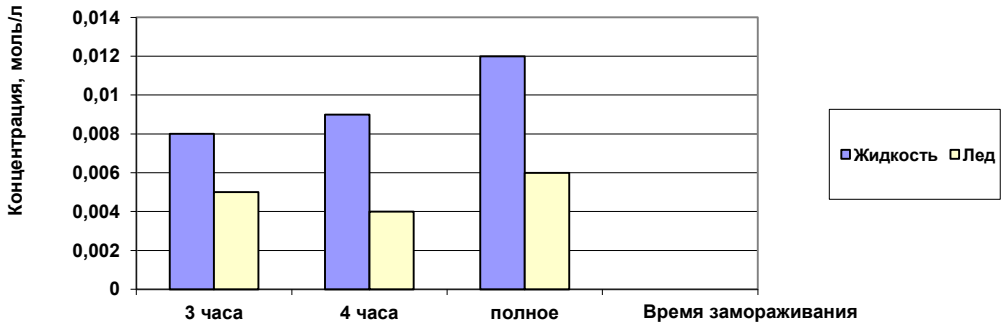


Рисунок 4 – Изменение концентрации Ca^{2+} в процессе замораживания солевого раствора $CaCl_2$

Экспериментальные данные подтверждают теоретические зависимости, а именно: замерзание жидкости происходит в направлении от стенок сосуда к его оси, в процессе замораживания происходит «вытеснение» солей к центру сосуда.

Результатом данного способа обессоливания является получение воды с солевым составом, удовлетворяющим требованиям, отраженным в нормативных документах, и соответствующим биологическим потребностям организма человека.

Таким образом, разработка и внедрение технологии обессоливания воды методом вымораживания является актуальной задачей и представляет большой интерес для отрасли, так как данная технология открывает широкие перспективы в направлении получения биологически полноценной питьевой воды.

Список литературы

1. Сивенкова С.В., Крескиян И.В. Инновационные системы обеспечения биологической полноценности питьевой воды высшей категории // Сборник трудов II-й Международной научно-практической конференции «Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований». – Москва, 2013. С.13-15.

2. Романова О.Н., Новикова М.А., Куликова М.Г. Технические системы обеспечения заданных показателей качества воды // Сборник трудов IV-й Международной научно-практической конференции «Инновации, качество и сервис в технике и технологиях» – Юго-Западный государственный университет, Курск, 2014. С.67-70.

3. Толкова Т.С., Хрипанкова М.С., Шильникова О.В. Разработка энергосберегающей технологии обессоливания воды // Сборник трудов IV-й Международной научно-технической конференции «Энергетика, информатика, инновации – 2014». В 2 т. Том 1. – Смоленск: Универсум, 2014. С.258-261.

Spisok literatury

1. Sivenkova S.V., Kreskiyan I.V. Innovatsionnyie sistemy obespecheniya biologicheskoy polnotsennosti pitevoy vody vyisshey kategorii // Sbornik trudov II-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktualnyie napravleniya fundamentalnyih i prikladnyih issledovaniy». – Moskva, 2013. S.13-15.

2. Romanova O.N., Novikova M.A., Kulikova M.G. Tehnicheskie sistemy obespecheniya zadannyih pokazateley kachestva vody // Sbornik trudov IV-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Innovatsii, kachestvo i servis v tehnike i tehnologiyah» – Yugo-Zapadnyiy gosudarstvennyiy universitet, Kursk, 2014. S.67-70.

3. Tolkova T.S., Hripankova M.S., Shilnikova O.V. Razrabotka energosberegayuschey tehnologii obessolivaniya vody // Sbornik trudov IV-y Mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Energetika, informatika, innovatsii – 2014». V 2 t. Tom 1. – Smolensk: Universum, 2014. S.258-261.

УДК 637.52

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ТОМАТОВ.

Канд. воен. наук Пальчиков А.Н.. palchikov_anatoliy@mail.ru
Магистр Андреева Е.А.katyxa336@mail.ru

Санкт-Петербурский Национальный Исследовательский Университет
Информационных Технологий, Механики и Оптики
Институт холода и Биотехнологий

В статье излагается предлагаемый принцип и конструкция электротехнической и механической частей электрогидравлической установки (ЭГУ) по измельчению томатов. По сравнению с установками механического измельчения достигается снижение энергозатрат на измельчение в 2 раза и одновременно достигается стерилизация полученной пасты.

Ключевые слова: электрогидравлическая установка, измельчение томатов, стерилизация.

DEVELOPMENT OF ENERGY SAVING DEVICES ELECTROHYDRAULIC GRINDING TOMATOES

Cand. mil. Sciences Palchikov AN .. palchikov_anatoliy@mail.ru
Master Andreeva E.A.katyxa336@mail.ru
St. Petersburg National Research
University of Information Technologies, Mechanics and Optics

The paper describes the proposed principle and design of electromechanical and electro-mechanical parts of the unit (EGU) chopping tomatoes. Compared with the installation of a mechanical grinding achieves a reduction of energy consumption for grinding 2 times and both achieved sterilization resulting paste.

Keywords: electro-installation, crushing tomatoes, sterilization

В современных условиях томатную пасту обычно изготавливают из высококачественных томатов. Технология получения томатной пасты показана на рис.1.

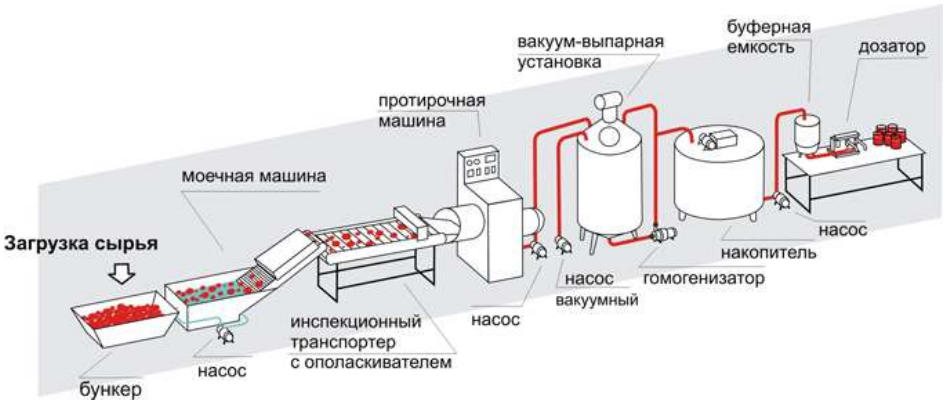


Рис.1.Технологическая линия производства томатной пасты.

Мы предлагаем заменить протирочную машину и гомогенизатор электрогидравлическим измельчителем, разработанным и изготовленным на кафедре.

Электрогидравлический удар (ЭГУ) – теперь уже не новый промышленный способ трансформации электрической энергии в механическую работу, совершающийся без посредства промежуточных звеньев. Сущность способа состоит в том, что внутри объема жидкости (с томатами) высоковольтный разряд создает сверхвысокие гидравлические давления, способные совершать полезную механическую работу

Сведения о дроблении различных материалов электрогидравлическим ударом достаточно известны и интересны, в том числе и в отношении растительных материалов [2]. Однако, конкретных конструкций эффективных электрогидравлических установок (ЭГУ), применяемых для измельчения практически нет. Вместе с тем, для измельчения томатов ЭГУ имеет существенные преимущества по сравнению с традиционными механическими измельчителями. Они имеют более высокий КПД, а простота и больший срок службы рабочих органов, лёгкость перенастройки режима измельчения.Для них характерны стерилизация пульпы в процессе измельчения, и главное, что кожура и семена тоже измельчаются и не заметны органолептически. А это увеличение полезных витаминов других важных ингредиентов. Измельчение помидор осуществляется за счёт высокой энергии периодически создаваемых импульсных ударных волн, распространяющихся от канала электрического разряда в жидкой среде. По существу, электрический разряд в жидкости – это один из эффективных способов преобразования электрической энергии в механическую без промежуточных звеньев и, соответственно, с высоким КПД. Для обеспечения наиболее эффективного режима измельчения томатов использовалась установка с электрической схемой, изображенной на рис.2.

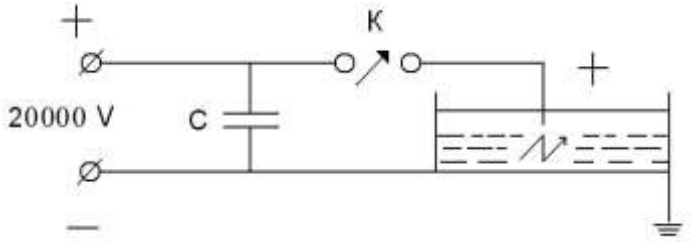


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема. Накопитель энергии для реализации технологического процесса измельчения томатов в жидкости.

С — конденсатор; К— замыкатель цепи; **N**— искра в ванне с томатами.

Техническая характеристика установки:

- напряжение питания постоянное, 20000 В;
- емкость накопителя энергии 0,01 мкФ.
- разрядник воздушного типа;
- электроды угольные диаметром 3 мм.

Принцип работы созданной установки: предварительно отмытые томаты поступают по подающему транспортеру в ванну с жидкостью. При возникновении электрогидравлического удара происходит измельчение массы томатов с разрушением межтканевых и межклеточных связей. Готовый измельченный продукт попадает на выгрузочный транспортер и выводится за пределы установки.

При рабочем разрядном промежутке l_p=0,07-0,1м можно применить разрядное напряжение U_p=32кВ и емкость С=10мкФ, или U_p=50кВ и емкость С=2мкФ.

Из достоинств разработанной ЭГУ следует отметить, прежде всего, глубину механической переработки полученной томатной пульпы и ее стерилизация в процессе обработки. Кроме того, такая установка обладает пониженным удельным энергопотреблением (в среднем 3,1 кВт·ч/т). Для сравнения этот показатель у механического измельчителя 5,5 кВт·ч/т. При этом не изменяется цвет, запах, вкусовые и биологические свойства томатов, так как процесс диспергировании длится несколько секунд, а искра не соприкасается с продуктом (изолирована в упругую трубку с жидкостью).

Список литературы:

1. Болотов А.В., Шепель Г.А. Электротехнологические установки. – М.: Высш. шк., 1988. – 336 с.

2. Электротехнология / А.М. Басов, В.Г. Быков, А.В. Лаптев, В.Б. Файн. – М.: Агропромиздат, 1985. – 256 с.

References

1. Bolotov A.V., Shepel G.A. Elektrotehnologicheskie ustanovki. – M.: Vyissh. shk., 1988. – 336 s.
2. Elektrotehnologiya / A.M. Basov, V.G. Byikov, A.V. Laptev, V.B. Fayn. – M.: Agropromizdat, 1985. – 256 s.

УДК 66.01:532

ПРИМЕНЕНИЕ ПОДХОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ В ПАКЕТЕ ПРОГРАММ MATLAB ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ГАЗИРОВАНИЮ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Алексеев Г.В., Башева Е.П. gva2003@rambler.ru

Санкт-Петербурский Национальный Исследовательский Университет Информационных Технологий, Механики и Оптики
Институт холода и Биотехнологий

Поскольку в настоящее время для предприятий молочной промышленности актуальными являются задачи более полного и рационального использования молочной сыворотки, которая является основным видом вторичного молочного сырья, то добавление сыворотки, например в газированные напитки позволяет расширить ассортимент рыночного сегмента. В статье описывается математическая модель струйного эжектора и приводится обработка результатов эксперимента с использованием блока программ, реализующих подходы нечеткой логики.

Ключевые слова: струйный эжектор, газирование, молочная сыворотка, эксперимент, нечеткая логика.

USING APPROACH ILL-DEFINED LOGIC FOR PROCESSING IN SOFTWARE PACKAGE MATLAB EXPERIMENT ON CARBONATED MILK WHEY

Alexeev G.V., Basheva E.P. gva2003@rambler.ru
University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

Since at present for enterprise of milk industry actual are a problems more full and rational use the milk whey, which is a main type secondary milk cheese, that

accompaniment wheys, for instance in fizzes allows to increase the assortment of the market segment. In article is described mathematical model of the jet ejector and happens to processing a result experiment with use the block of the programs, realizing approaches of the ill-defined logic.

The Keywords: gas content, jet ejector, dairy whey, experiment, ill-defined logic.

В настоящее время для предприятий молочной промышленности актуальными являются задачи более полного и рационального использования молочной сыворотки, которая является основным видом вторичного молочного сырья. Молочная сыворотка является побочным продуктом при производстве традиционных белково-жировых продуктов - сыра, творога и казеина. В зависимости от вида основного продукта, полученного по традиционной технологии, молочную сыворотку обозначают как подсырная, творожная и казеиновая [1-4].

Добавление творожной сыворотки в напитках позволяет расширить ассортимент рыночного сегмента. Газосодержание безалкогольных напитков определяется степенью растворимости углекислого газа в жидкости.

Струя движется до соударения с жидкостно-газовой пробкой, сформированной внутри камеры смешения за счет взаимодействия жидкостно-газового потока со стенками камеры смешения [5-9]. Потоки в камере смешения характеризуются следующими параметрами:

1). Зона спутного движения струи жидкости и газового (парового) потока:

$0 < x < LT$,

где LT – координата границы соударения струи с жидкостно-газовой пробкой. Данная координата неизвестна и подлежит определению из расчета. Для упрощения задачи, решаем ее без учета изменения тепловой энергии потоков.

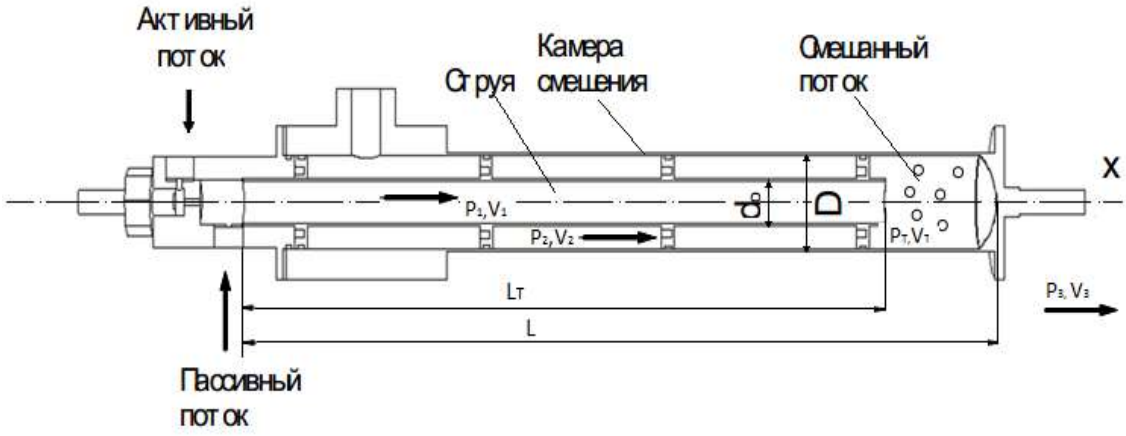


Рис.1. Схема движения газа в сатураторе

V3 – скорость газожидкостного потока на выходе из камеры смешения;

PT – давление на границе соударения струи с жидкостно-газовой пробкой;

VT – скорость на границе соударения струи с жидкостно-газовой пробкой.

В рамках нашей модели рассмотрим две зоны.

P1 – давление на выходе из сопла, считается заданной величиной;

V1 – скорость струи, также заданная величина;

P2 – давление (разряжение), создаваемое в приемной камере;

V2 – скорость газового потока на входе в камеру смешения;

P3 – давление газожидкостного потока из камеры смешения;

Граничные условия для скорости в зоне спутного движения потоков запишутся следующим образом [10-12]

Условие на стенке камеры смешения

при r = D/2 , V2 =0,

где D – диаметр камеры смешения. Условия сопряжения потоков (условие равенства скоростей и касательных напряжений на границе газового потока и струи, соответственно)

при r = $d_0/2$, $V_2 = V_1$, $\frac{dV1}{dx} = \frac{dV2}{dx}$,

где d_0 – диаметр отверстия сопла; V2 – скорость газового потока на границе со струей; V1 – скорость струи на границе с жидкостным потоком.

Запишем следующие уравнения:

Баланс массы

$$m_1 + m_2 = m_T = m_3 \quad (1)$$

Индексы 1, 2 и 3 относятся, соответственно, к потоку жидкости из

сопла, потоку газа (пара) из приемной камеры и жидкостно-газовому потоку из камеры смешения. Индекс Т относится к сечению, где происходит преобразование двух раздельных потоков в один смешанный поток.

Массовый расход m_i каждого из потоков рассчитываем по формуле

$$m_i = \rho_i V_i F_i \quad (2)$$

где ρ_i – плотность, V_i – скорость, F_i – площадь поперечного сечения i – го потока, соответственно.

Скорость i –го потока определяется по формуле

$$Vi = \frac{Qi}{Fi} \quad (3)$$

где Qi – объемный расход i - го потока.

Площади поперечных сечений потоков находим следующим образом:

– для жидкостной струи

$$F_1 = \frac{\pi d_0^2}{2} \quad (4)$$

– для газового потока

$$F_2 = \frac{\pi(D^2 - d_0^2)}{4} \quad (5)$$

Толщину стенки сопла не учитываем.

– для смешанного газожидкостного потока

$$F_3 = F_T = \frac{\pi D^2}{2} \quad (6)$$

Баланс количества движения

$$m_1 V_1 + P_1 F_1 + m_2 V_2 + P_2 F_2 = (m_1 + m_2) V_T + P_T F_T \quad (7)$$

Баланс энергии

$$m_1 \frac{V_1^2}{2} = m_2 \frac{V_2^2}{2} = (m_1 + m_2) \frac{V_T^2}{2} \quad (8)$$

Потери энергии на трение о стенки и изменение внутренней энергии потоков не учитываем. Так как ось камеры смешения направлена горизонтально, изменение потенциальной энергии потоков также не учитывается [11-13].

2) Зона движения смешанного газожидкостного потока $LT < x < L$, где L – длина камеры смешения.

Для перепада давления для двухфазного потока можем записать

$$\Delta P = PT - P3 = \lambda \Phi^2 \frac{(L - L_T)}{D} \frac{P_T V_T^2}{2} \quad (9)$$

где λ – коэффициент сопротивления, Φ^2 – параметр Мартинелли [1].

Коэффициент сопротивления находится по формуле Блазиуса [1] для однофазного турбулентного потока

$$\lambda = \frac{0{,}3164}{\sqrt[4]{Re}} \quad (10)$$

где число Рейнольдса Re рассчитывается по формуле $Re = \frac{V_T D \rho_T}{\mu_T}$

Здесь ρ_T – плотность и μ_T - вязкость смешанного потока определяется по формулам

$$\frac{1}{\rho_T} = \frac{X_g}{\rho_g} + \frac{1-X_g}{\rho_l} \quad (11)$$

$$\frac{1}{\mu_T} = \frac{X_g}{\mu_g} + \frac{1-X_g}{\mu_l} \quad (12)$$

где ρ_g и ρ_l – плотность газового и жидкостного потока, μ_g и μ_l– вязкость газового и жидкостного потока, X_g – расходное массовое газосодержание.

Параметр Мартинелли определяется по формуле

$$\Phi^2 = \left(1 + X_g \frac{\rho_l - \rho_g}{\rho_l}\right)\left(1 + X_g \frac{\mu_l - \mu_g}{\mu_l}\right)^{-0,25} \quad (13)$$

Из уравнения (9) можно получить формулу для расчета значения давления P_T

$$P_T = P_3 + \lambda \Phi^2 \frac{(L - L_T)}{D} \frac{P_T V_T^2}{2} \quad (14)$$

Из уравнения (7) и (8) найдем скорость V_T

$$V_T = \frac{m_1 V_1 + P_1 F_1 + m_2 V_2 + P_2 F_2 - P_T F_T}{m_1 + m_2} \quad (15)$$

$$V_T = \sqrt{\frac{m_1 V_1^2 + m_2 V_2^2}{m_1 + m_2}} \quad (16)$$

Приравняем полученные выражения и сделаем замену P_T из (14). Получим формулу для определения L_T

$$L_T = \frac{m_1 V_1 + P_1 F_1 + m_2 V_2 + P_2 F_2 - P_3 F_3 - (m_1 + m_2)\sqrt{\frac{m_1 V_1^2 + m_2 V_2^2}{m_1 + m_2}}}{\lambda \frac{\rho_T \Phi^2}{2D} \frac{m_1 V_1^2 + m_2 V_2^2}{m_1 + m_2}} \quad (17)$$

Диаграмма зависимости газосодержания воды от температуры и давления показывает, что максимальное значения степени насыщения достигает 7,0 г/л. Учитывая физические свойства воды, а именно плотность ρ и вязкость μ, проделали эксперимент с молочной сывороткой. В таблице 1 указаны экспериментальные данные газирования воды.

Таблица1.

Экспериментальные данные газирования воды

Параметры	Показатели									
Температура ^{0}C	1,5	1,7	1,9	2,7	3,6	4,8	5	5,4	5,8	6
Давление подачи, бар	2,4	2,4	2,4	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8
Газосодержание,г/л	7	6,8	6,6	6,4	6,4	6,3	6,3	6,2	6,1	6

Рис.2 Зависимость газосодержания воды от температуры и давления

В таблице 2 указаны экспериментальные данные газирования молочной сыворотки.

Таблица 2.

Экспериментальные данные газирования молочной сыворотки.

Параметры	Показатели									
Температура ^{0}C	1,5	1,7	1,9	2,7	3,6	4,8	5	5,4	5,8	6
Давление подачи, бар	2,4	2,4	2,4	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8
Газосодержание,г/л	5	4,8	4,8	4,6	4,6	4,5	4,4	4,3	4,1	,1

Рис.3 Зависимость газосодержания сыворотки от температуры и давления

Поскольку молочная сыворотка содержит 0,5-0,8% белковых веществ, также в сыворотке содержится: калия до 0,19%; кальция до 0,11%; натрия 0,05%; магния 0,02%; фосфора 0,1% и хлора 0,11%. В итоге газирование сыворотки происходит затрудненным способом.

Из сравнения графиков рис.2 и рис.3 видно, что при более низкой температуре и постоянном давлении подачи газа его содержание имеет среднее значение степени насыщения, по сравнению с водой. Обуславливается это химическим составом молочной сыворотки.

Данные экспериментов по газированию молочной сыворотки обрабатывались с помощью специального программного блока реализованного в пакете MatLab.

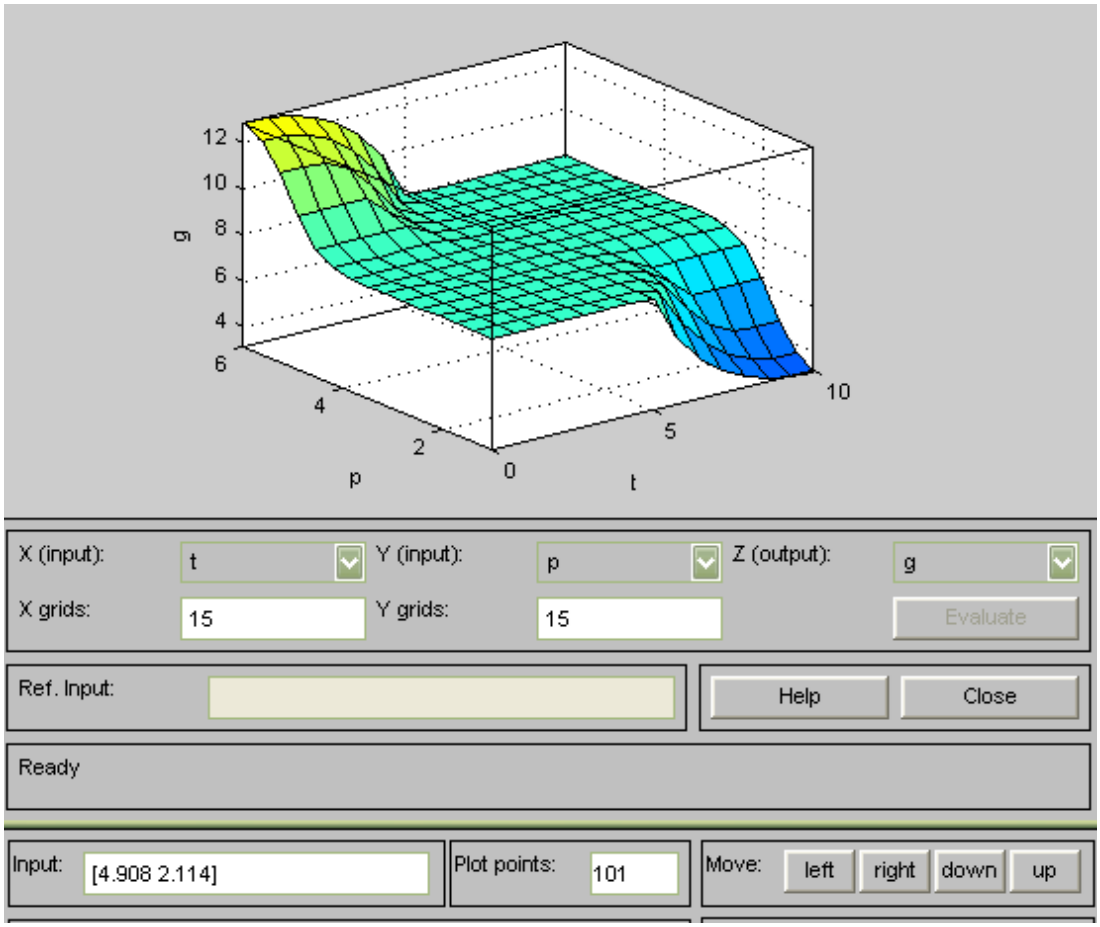


Рис.4 Результаты обработки эксперимента по газированию молочной сыворотки.

Полученные результаты обработки экспериментальных данных подтверждают модельные представления о процессах, происходящих в сатураторе.

Список литературы

1. Крымов Б.К., Калмановсккй В.И., Яшин Я.И. Хроматографический анализ растворенных газов. - Заводская лаборатория, 1971, №2 с.17-18.

2. Петухов, Б. С. Справочник по теплообменникам. В 2 т. Т. 1. Справочник по теплообменникам / Пер. с англ., под ред. Б. С. Петухова, В. К. Шикова. – М.: Энергоатом-издат, 1987. – 560 с

3. Алексеев Г.В., Головацкий Г.А., Краснов И.В.НЕКОТОРЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ. Известия Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий. 2007. № 3. С. 52.
4. Алексеев Г.В., Хрушкова Е.Н., Красильников В.Н. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕМБРАННЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ Вестник Международной академии холода. 2010. № 3. С. 32-37.
5. Арет В.А., Алексеев Г.В., Верболоз Е.И., Кондратов А.В. ИЗУЧЕНИЕ РЕЖИМОВ КАВИТАЦИОННОГО РАЗРУШЕНИЯ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ КАК ЭЛЕМЕНТА НАНОТЕХНОЛОГИЙ Известия Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий. 2007. № 3. С. 29.
6. Алексеев Г.В., Даниленко Е.А. ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК ДЛЯ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ Вестник Международной академии холода. 2011. № 2. С. 16-18.
7. Алексеев Г.В., Бриденко И.И. ВИРТУАЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО КУРСУ «МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА» Учебное пособие / Саратов, 2013.
8. Пат. РФ №146078. МПК A23 L2/54 Устройство для смешивания жидкостей газами / заявитель и патентообладатель: Башева Е. П., Алексеев Г. В., Чекменев Н. В.- 2014115082/17, заявл. 15.04.2014
9. Пат. РФ № 2400295. МПК B01F3/04, B01D63/06. Способ обработки жидкостей газами / заявитель и патентообладатель: Терпугов Г.В., Мынин В.Н., Петров В.В. - № 20088116341/15, заявл. 28.04.2008, опубл. 27.09.2009.
10. Пат. РФ № 2378430. МПК D21C3/00, B01F3/04. Устройство для растворения газов в водной среде / заявитель и патентообладатель: Аким Э.Л. - № 2008125280/12, заявл. 24.06.2008, опубл. 10.01.2010.
11. Соколов В.Я., Зингер Н.М. Струйные аппараты. Изд-ние 2-е, перераб. - М,: Энергия, 1970. - 287с.
12. Д. А. Козлов. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЖИДКОСТНО-ГАЗОВОГО ЭЖЕКТОРА С ПРЯМОЛИНЕЙНОЙ КАМЕРОЙ СМЕШЕНИЯ.// http://www.vstu.ru/files/vstu_periodical/1790/upload/2010-01.pdf
13. Букачакова Л.Ч. Исследование физико-химических и микробиологических показателей закваски алтайского кисломолочного напитка чеген.//http://processes.open-mechanics.com/articles/803.pdf

Spisok literatury

1. Kryimov B.K., Kalmanovskky V.I., Yashin Ya.I. Hromatograficheskiy analiz rastvorennyih gazov. - Zavodskaya laboratoriya, 1971, #2 s.17-18.

2. Petuhov, B. S. Spravochnik po teploobmennikam. V 2 t. T. 1. Spravochnik po teploobmennikam / Per. s angl., pod red. B. S. Petuhova, V. K. Shikova. – M.: Energoatom-izdat, 1987. – 560 s
3. Alekseev G.V., Golovatskiy G.A., Krasnov I.V.NEKOTORYiE NAPRAVLENIYa POVYiShENIYa EFFEKTIVNOSTI TEHNOLOGIChESKOGO OBORUDOVANIYa DLYa PERERABOTKI PIShchEVOGO SYiRЬYa. Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta nizkotemperaturnyih i pischevyih tehnologiy. 2007. # 3. S. 52.
4. Alekseev G.V., Hrushkova E.N., Krasilnikov V.N. VOZMOZhNOSTI PRIMENENIYa MEMBRANNYiH PROTsESSOV DLYa PROIZVODSTVA PRODUKTOV FUNKTsIONALЬNOGO NAZNAChENIYa Vestnik Mezhdunarodnoy akademii holoda. 2010. # 3. S. 32-37.
5. Aret V.A., Alekseev G.V., Verboloz E.I., Kondratov A.V. IZUChENIE REZhIMOV KAVITATsIONNOGO RAZRUShENIYa PIShchEVOGO SYiRЬYa KAK ELEMENTA NANOTEHNOLOGIY Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta nizkotemperaturnyih i pischevyih tehnologiy. 2007. # 3. S. 29.
6. Alekseev G.V., Danilenko E.A. VOZMOZhNOSTI MODELIROVANIYa IZMELЬChENIYa PIShchEVYiH DOBAVOK DLYa PRODUKTOV FUNKTsIONALЬNOGO PITANIYa
Vestnik Mezhdunarodnoy akademii holoda. 2011. # 2. S. 16-18.
7. Alekseev G.V., Bridenko I.I. VIRTUALЬNYiY LABORATORNYiY PRAKTIKUM PO KURSU «MEHANIKA ZhIDKOSTI I GAZA» Uchebnoe posobie / Saratov, 2013.
8. Pat. RF #146078. MPK A23 L2/54 Ustroystvo dlya smeshivaniya zhidkostey gazami / zayavitel i patentoobladatel: Basheva E. P., Alekseev G. V., Chekmenev N. V.- 2014115082/17, zayavl. 15.04.2014
9. Pat. RF # 2400295. MPK V01F3/04, B01D63/06. Sposob obrabotki zhidkostey gazami / zayavitel i patentoobladatel: Terpugov G.V., Myinin V.N., Petrov V.V. - # 20088116341/15, zayavl. 28.04.2008, opubl. 27.09.2009.
10. Pat. RF # 2378430. MPK D21C3/00, B01F3/04. Ustroystvo dlya rastvoreniya gazov v vodnoy srede / zayavitel i patentoobladatel: Akim E.L. - # 2008125280/12, zayavl. 24.06.2008, opubl. 10.01.2010.
11. Sokolov V.Ya., Zinger N.M. Struynyie apparatyi. Izd-nie 2-e, pererab. - M,: Energiya, 1970. - 287s.
12. D. A. Kozlov. MATEMATIChESKAYa MODELЬ ZhIDKOSTNO-GAZOVOGO EZhEKTORA S PRYaMOLINEYNOY KAMEROY SMEShENIYa.//
http://www.vstu.ru/files/vstu_periodical/1790/upload/2010-01.pdf
13. Bukachakova L.Ch. Issledovanie fiziko-himicheskih i mikrobiologicheskih pokazateley zakvaski altayskogo kislomolochnogo napitka chegen.//http://processes.open-mechanics.com/articles/803.pdf

УДК 338.2

НЕЧЕТКАЯ ЛОГИКА В УПРАВЛЕНИИ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ

Байченко А.А., ассистент, externalize@yandex.ru , Байченко Л.А., доцент, larabaychenko@yandex.ru

Национальный исследовательский университет Информационных технологий, механики и оптики. Кафедра технологических машин и оборудования.

Нечеткая логика, на которой основано нечеткое управление, ближе по духу к человеческому мышлению и естественным языкам, чем традиционные логические системы. Нечеткая логика, в основном, обеспечивает эффективные средства отображения неопределенностей и неточностей реального мира. Наличие математических средств отражения нечеткости исходной информации позволяет построить модель, адекватную реальности.

Ключевые слова: нечеткая логика, экономика, менеджмент

FUZZY LOGIC IN THE MANAGEMENT OF FOOD INDUSTRY.

Baychenko AA, assistant , externalize@yandex.ru, Baychenko LA, Associate Professor , larabaychenko@yandex.ru.

National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics. Department of technological machines and equipment.

Fuzzy logic , which is based on fuzzy control is closer in spirit to human thinking and natural language than traditional logical systems . Fuzzy logic is basically provides effective means for displaying uncertainty and inaccuracy of the real world . Availability mathematical tools reflection fuzzy initial information allows us to construct a model adequate reality.

Keywords: fuzzy logic, economics, management

При постоянном и динамичном развитии бизнеса, быстрорастущей конкуренции и агрессивности внешнего окружения приходится кардинально пересматривать современные подходы к сущности и возможностям инновационной деятельности. Инновации представляют собой особый ресурс предприятия, без использования которого становится

невозможным эффективное управление отдельными бизнес-процессами и мониторингом всей деятельности на предприятиях промышленности.

В исследовании раскрывается значение и использование инновационного управления с помощью IT технологий ERP-систем и нечеткой логики на предприятиях пищевой промышленности России.

Актуальность и практическая значимость темы, выбранной для исследования, заключается в том, что развитие малого бизнеса в пищевой промышленности в современных условиях России может быть убыточно без использования высококлассного оборудования, инновационных технологий сбора и обработки поступающей информации, особой тактики при быстро меняющейся ситуации на рынке. Только постепенный переход на инновационный тип развития, дополненный соответствующими инструментами, позволит расширить и производство и улучшит деятельность подразделений предприятий пищевой промышленности.

На сегодняшний день управленческие решения на предприятиях не могут основываться на дискретных данных. Необходимо не только систематизировать информацию с помощью последних достижений программного обеспечения, но и обеспечить динамическое наблюдение на предприятии, а так же настроить алгоритм автоматизма решений для снижения издержек в условиях сильной конкуренции и неполноты информации.

К сожалению, на большинстве российских малых предприятиях в процессе принятия решений не в полном объеме используются данные информационных систем, или используются с опозданием.

На предприятиях с перспективной системой управления обычно используется стратегия по сокращению расходов - минимизация издержек. Из этого следует, что происходит переход от производственной к маркетинговой ориентации управления, внедрение управленческого учета и современных методов финансового менеджмента, изменения организационной структуры предприятия внедрение автоматизированных информационных систем.[1]

Цель данной работы - показать преимущества использования информационных технологий в финансовом менеджменте, и в частности, использование элементов нечеткой логики в процессе принятия важных управленческих решений.

Для этого были решены следующие задачи:

- рассмотрены информационные технологии в области управления предприятием, их преимущества и недостатки, зависимость от размеров и оснащения предприятия (малое предприятие).

- исследован процесс разработки и принятия краткосрочных финансово-экономических решений на основе информационных технологий.

[1] 53. http://www.managment.aaanet.ru/economics/fin-analiz-predpriyatii.php

В работе сделан анализ программного обеспечения финансового менеджмента на предприятии, выбран подходящий вариант для данного предприятия и проведен расчет оптимальной цены пищевого продукта с применением нечетких множеств на базе программы Mathcad14.

Нечеткая логика в IT и ERP, нечеткие множества, сущность и перспективность применения. Удивительным свойством человеческого интеллекта является способность принимать правильные решения в обстановке неполной и ассиметричной информации. Одну из важнейших проблем науки сегодня представляет построение моделей приближенных к рассуждениям человека и доступность их использование в компьютерных системах в повседневной жизни.

Компании пищевой промышленности сталкиваются с вопросами эффективного планирования производства и потребностей в ресурсах для обеспечения хорошего результата функционирования. Современные IT-решения позволяют решать ряд задач, связанных с управлением производством и логистикой.[2]

Многие компании задаются вопросом «есть ли общее IT -решение?», подходящее для всех, поскольку практически каждая производственная организация работает по своей индивидуальной схеме. Конечно, каждое предприятие, работающее в пищевой отрасли, имеет свои особенности, однако они объединены процессным типом производства. Это значит, что необходимо при планировании цепочек поставок и автоматизации управления учитывать ряд особенностей: непрерывный характер основных технологических процессов, наличие технологически сложных бизнес-процессов, присутствие сложных рецептур, наличие параллельных производственных цепочек и работа с быстро портящимися ресурсами.[3]

Также для любой производственной компании актуальна задача планирования. Произвести продукцию согласно плану продаж невозможно без закупки нужного количества сырья, которое зачастую имеет ограниченные сроки хранения и без выдержки необходимого уровня качества.[4]

В этой связи владельцы или менеджеры малых пищевых производств используют недорогие и гибкие IT решения для управления и принятия мобильных задач на своих предприятиях. В большинстве своем используют дополнительные модули уже установленных ERP(англ. Enterprise Resource Planning System — Система планирования ресурсов предприятия) или берут компьютерные программы для быстрых расчетов. Данная тенденция наблюдается последнюю пару лет. Влияет как все большая осведомленность, так и кризис в SB-секторе (малый бизнес).

Использование нечеткой логики при бизнес решениях в ограниченное время стал доступен любому менеджеру.

---

[2] 24.Моданов В.В. Некоторые вопросы правового обеспечения , № 4, 2007.

[3] 44. http://www.bitfinance.ru/?_openstat=ZGlyZWN0LnlhbmRleC5yd

[4] 49. http://www.finansy.ru/eco/nao/#publ

Нечеткая логика это обобщение традиционной Аристотелевой логики на случай, когда истинность рассматривается в качестве лингвистической переменной, принимающей значения типа: "очень истинно", "более-менее истинно", "не очень ложно" и так далее. Указанные лингвистические значения представляются нечеткими множествами.[5]

Лингвистической называется переменная, принимающая значения из множества слов или словосочетаний некоторого естественного или искусственного языка. Множество допустимых значений лингвистической переменной называется терм-множеством. Задание значения переменной словами, без использования чисел, для человека более естественно. Ежедневно мы принимаем решения на основе лингвистической информации типа: "очень высокая температура"; "длительная поездка"; "быстрый ответ"; "красивый букет"; "гармоничный вкус" и т.п. Психологи установили, что в человеческом мозге почти вся числовая информация вербально перекодируется и хранится в виде лингвистических термов. Понятие лингвистической переменной играет важную роль в нечетком логическом выводе и в принятии решений на основе приближенных рассуждений. Формально, лингвистическая переменная определяется следующим образом.[6]

Лингвистическая переменная задается пятеркой (x,T,U,G,M), где x - имя переменной; T - терм-множество, каждый элемент которого (терм) представляется как нечеткое множество на универсальном множестве U; G - синтаксические правила, часто в виде грамматики, порождающие название термов; M - семантические правила, задающие функции принадлежности нечетких термов, порожденных синтаксическими правилами G.[7]

Особое место в нечеткой логике занимает лингвистическая переменная «истинность». В классической логике истинность может принимать только два значения: истинно и ложно. В нечеткой логике истинность «размытая». Нечеткая истинность определяется аксиоматически, причем разные авторы делают это по-разному. Интервал [0,1] используется как универсальное множество для задания лингвистической переменной «истинность». [8]Обычная, четкая истинность может быть представлена нечеткими множествами-синглтонами.

Самым главным понятием систем, основанных на нечеткой логике, является понятие нечеткого (под)множества(Fuzzy set). Пусть A нечеткий интервал от 5 до 8. Функция принадлежности $\mu_A(u)$ – это функция, областью определения которой является носитель U, $u \in U$, а областью значений – единичный интервал [0,1], в данном случае (5,8). Чем выше

[5] 50. http://www.classs.ru/stati/uchet/teoria_nechetkih_mnojestv/

[6] 21. Кравец А.С. Природа вероятности. - М.: Мысль, 1976. - 173 с.

[7] 33. Hurwicz L. Optimality Criteria for Decision Making Cowles commission papers, 1951, №370.

[8] 2. Алексеев А.В., Меркурьева Г.В. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений

$\mu_A(u)$, тем выше оценивается степень принадлежности элемента носителя u нечеткому множеству A.[9]

Например, на рисунке представлена функция принадлежности нечеткого множества «Оптимальный возраст работающего», полученная на основании опроса ряда экспертов. Видно, что возраст от 20 до 35 оценивается экспертами как бесспорно оптимальный, а от 60 и выше – как бесспорно неоптимальный. В диапазоне от 35 до 60 эксперты проявляют неуверенность в своей классификации, и структура этой неуверенности как раз и передается графиком функции принадлежности.[10]

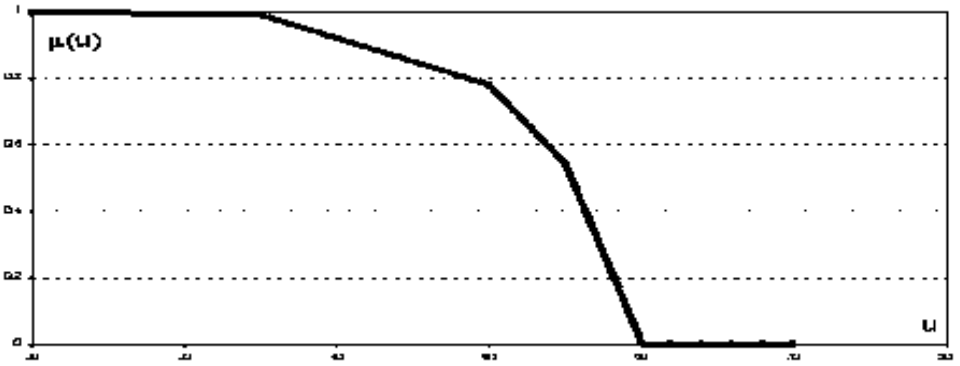


Рисунок 1 « Функция принадлежности нечеткого подмножества «Оптимальный возраст работника»»[11]

История развития Fuzzy sets. В 1965 г. в журнале «Information and Control» была опубликована известная работа Лотфи Заде (Лотфи Задэ, родился 4 февраля 1921 г. в Баку - Советский Азербайджан, создатель теории нечетких множеств и основанных на ней т.н. нечеткой логики и нечетких систем - важного направления в современной науке об искусственном интеллекте. Ныне проживает в США) под названием «Fuzzy sets». Это название переведено на русский язык как нечеткие множества. Побудительным мотивом представления Л. Заде идеи и теории нечетких множеств стала необходимость описания таких явлений и понятий, которые имеют многозначный и неточный характер. Известные до этого математические методы, использовавшие классическую теорию множеств и двузначную логику, не позволяли решать проблемы этого типа.

Данная статья инициировала огромный поток публикаций в области нечеткой математики, который не иссякает до сих пор. В шестидесятые-семидесятые годы неортодоксальные идеи Л.Заде встретили весьма настороженный, а порой и холодный прием в различных научных кругах, особенно, в среде «чистых математиков». Однако, практический потенциал

[9] 43. А.И.Масалович. Этот нечеткий, нечеткий, нечеткий мир / PC Week/RE N.16,1995,стр.7

[10] 18. Количественные методы в экономических исследованиях, ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 791 с. С.378

[11] 26. Новак В., Перфильева И., Мочкрож И. Математические принципы нечёткой логики Mathematical Principles of Fuzzy Logic. — Физматлит, 2006. — 352 с.

теории нечетких множеств и нечеткой логики, их способность моделировать гибкие и неточные ограничения, частичное проявление свойств, плавный переход из одной ситуации в другую привлекли в эту область целую армию прикладников. За последние двадцать лет разработаны приложения методов и моделей нечеткой математики в распознавании образов, анализе изображений, экспертных системах, системах поддержки принятия решений и многих-многих других сферах. Особенно следует отметить модели нечеткого управления, которые нашли широчайшее промышленное применение, начиная от бытовой техники (пылесосы, стиральные машины с нечеткой логикой) и кончая управлением сложными технологическими процессами (управление доменным процессом, управление атомными энергоблоками) и динамическими объектами (поезда метро, автомобили, вертолеты, роботы и пр.). [12]

Сегодня теория нечетких множеств и нечеткая логика получили всемирное признание. Большая заслуга в этом принадлежит самому Л.Заде, который активно пропагандирует свои идеи по всему миру. Помимо своей постоянной работы в Беркли он многие годы работал в качестве приглашенного профессора: в Массачусетском технологическом институте (1963 и 1968 г.), в научно-исследовательской лаборатории корпорации IBM в Сан-Хосе (1968, 1971, 1974 и 1977 г.), в Стэнфордском университете (1987 г.). Выступал с чтением лекций во Франции, Англии, Канаде, Германии, Японии, Китае, Италии, Испании, Португалии, Швеции, Швейцарии, Австрии, Румынии, Венгрии, Югославии, СССР, Польше, Турции, Индии, Бразилии, Сингапуре, Саудовской Аравии и других странах.[13]

Лотфи Заде входит в когорту весьма немногочисленных ученых-первооткрывателей, которые генерируют оригинальные научные идеи и формируют новые научные направления. Почти каждая его публикация становится событием в научном мире. Среди самых знаменитых работ Л.Заде, написанных в семидесятые годы, следует отметить «Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений» (1973 г.), «Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений» (1975-1976 г.), «Нечеткие множества как основа теории возможности» (1978 г.). В первых двух работах им было введено и описано понятие лингвистической переменной, рассмотрены пути его применения в интеллектуальных системах и управлении. Именно здесь были сформулированы идеи управления на основе нечеткой логики, которые затем были воплощены в технологии нечетких регуляторов. В статье «Нечеткие множества как основа теории возможности» (1978 г.), открывшей первый номер международного журнала «Нечеткие множества и системы»,Л.Заде предложил вариант исчисления неопределенностей,

[12] 22. Лотфи Заде – 80 лет. - Новости Искусственного Интеллекта, №3, 2001, с. 3-6.
[13] 28. Туркcен И.Б. О вкладе Лотфи Заде в современную науку, №2-3, 2001, с. 12-15.

опирающийся на неаддитивную меру возможности, и в частности, интерпретацию нечеткого множества как функции распределения возможностей. В отличие от нечеткого множества, выражающего неточность оценки некоторого атрибута, мера возможности описывает неопределенность, неполноту информации, связанную с появлением того или иного четкого события. По сути, это способ количественного описания (представления смысла) экспертных суждений, который является обобщением интервального анализа и теории ошибок. В настоящее время мера возможности и двойственная ей мера необходимости выступают как основные средства моделирования неопределенности в интеллектуальных системах

В восьмидесятые годы профессор Л.Заде продолжает активно работать над проблемами развития нечеткой логики и теории возможностей, а также их применения в интеллектуальных системах. Так в статье «Роль нечеткой логики в управлении неопределенностью в экспертных системах» (1983 г.) им описан способ применения нечеткой логики в интересах представления неточной информации и построен ряд правил вывода на основе комбинирования свидетельств. Затем он пишет ряд работ, посвященных вопросам моделирования рассуждений здравого смысла: «Теория знаний здравого смысла» (1984 г.), «Силлогизмы в нечеткой логике и их применение к обыденным рассуждениям и рассуждениям с диспозициями» (1985 г.), «Вычислительная теория диспозиций» (1986 г.) и др.[14]

Наряду с И.Пригожиным, Г.Хакеном, Р.Томом, Б.Мандельбротом, Лотфи Заде можно смело отнести к родоначальникам синергетической научной парадигмы. С одной стороны, в рамках синергетической методологии, неопределенность более не рассматривается как внешняя аномалия в поведении системы, с которой надо бороться, а трактуется как ее неотъемлемая характеристика. Очевидно, что принцип несовместимости Л.Заде «при возрастании сложности системы уменьшается возможность ее точного описания» тесно связан с идеями синергетики. И конечно, весь широкий спектр понятий и подходов, предложенных Л.Заде с целью адекватного моделирования нечеткости и неопределенности в гуманистических системах, можно считать важным вкладом в общую методологию синергетики как междисциплинарного научного движения. С другой стороны, введенная им в 1991-1993 г. схема мягких вычислений (soft computing) представляет собой вариант непосредственного использования принципов синергетики в ИИ.

Классические интеллектуальные системы, основанные на символьной обработке информации и булевой логике, не используют численных методов для учета неопределенности и нечеткости и опираются на технологию жестких вычислений (hard computing). Поэтому

[14] Туркsен И.Б. О вкладе Лотфи Заде в современную науку, №2-3, 2001, с. 12-15.

соответствующие компьютерные программы служат примерами закрытых, трудно модифицируемых систем; в них возможности самоорганизации, кооперации, эволюции компонентов полностью отсутствуют. В работе «Мягкие вычисления, нечеткие множества и нейронные сети» (1992 г.) профессор Л.Заде одним из первых предложил вариант построения гибридной интеллектуальной системы путем совместного использования разнородных моделей в интересах взаимной компенсации их недостатков и объединения преимуществ; при этом, как следствие, можно получить синергетические (нелинейные) эффекты. В рамках мягких вычислений три аспекта интеллекта – управление неопределенностью, обучение и адаптация в процессе эволюции – объединяются путем представления нечетких продукционных моделей в обучаемой нейронной сети, оптимизация которой происходит с помощью генетических алгоритмов. Возможны и более сложные гибриды, включающие помимо указанных компонентов, хаотические модели, эволюционные вычисления, вероятностные рассуждения, байесовские сети и их расширения, модели обучения и пр.[15]

Помимо мягких вычислений, в 90-е годы интересы Л.Заде связаны с разработкой методологии вычислений со словами, а также вычислительной теории перцептивных оценок.

Среди опубликованных им работ можно отметить «Нечеткая логика = Вычисления со словами» (1996 г.), «Нечеткая логика и исчисления нечетких правил и нечетких графов» (1997 г.), «От вычислений с числами к вычислениям со словами, от манипуляции с измерениями к манипуляции с перцептивными оценками» (1999-2001 г.), «Заметки о вычислительной теории перцептивных оценок, основанной на вычислениях со словами» (2000 г.).

Жизнеспособность любой теории во многом определяется ее эволюционным потенциалом, возможностью расширения ее основных понятий и конструкций, а также появлением новых подходов, примыкающих к этой теории и порой и конкурирующих с ней.[16] В этом плане движение, порожденное пионерскими работами Л.Заде по нечетким множествам, продолжает плодотворно развиваться: его последователями предложены такие математические конструкции как L-нечеткие множества со значениями принадлежности в дистрибутивной решетке, R-нечеткие множества с интервальными значениями принадлежности в каждой точке, вероятностные множества, нечеткие множества уровня, интуиционистские нечеткие множества, и пр. В то же время, успешно применяются и (в той или иной степени) альтернативные подходы – случайные множества, непрерывные логики, теория свидетельств, приближенные множества, недоопределенные множества.

[15] Туркcен И.Б. О вкладе Лотфи Заде в современную науку, №2-3, 2001, с. 12-15.
[16] 40. Ward T.L. Discounted Fuzzy Cashflow Analysis,1985, pp.476 –481.

В настоящее время проф. Л.Заде является всемирно известным ученым, членом IEEE, Американской ассоциации искусственного интеллекта AAAI, ACM, Национальной инженерной академии США, иностранным членом Российской академии естественных наук, почетным членом Азербайджанской академии наук, Австрийского общества кибернетических исследований.[17]

Он почетный доктор Университета штата Нью-Йорк и Университета Центральной Флориды в Орландо (США), Университета Париж-6 и Университета Поля Сабатье в Тулузе (Франция), Дортмундского и Гамбургского университета (Германия), Университета г. Овьедо и Университета г.Гранады (Испания), Университета г. Торонто (Канада), Университета г. Остравы (Чехия), Силезского технического университета в Гливице (Польша), Бакинского государственного университета (Азербайджан), а также ряда других университетов. Лауреат японских премий корпорации Хонда (1989 г.) и Окава «За выдающийся вклад в информатику, развитие нечеткой логики и ее приложений» (1996 г.), французской премии им. Кампе де Ферье (1992 г.), премии румынской академии наук за фундаментальные исследования им. Григоре Мойзила (1993 г.), американской премии им. Р.Беллмана в области управления (1998 г.), премии IEEE по нечетким системам (2000 г.), премии ACM им. Алана Ньюэлла «За основополагающий вклад в ИИ путем развития нечеткой логики» (2001 г.) и др. Имеет также медали IEEE в области образовании (1973 г.), в ознаменование ее столетнего юбилея (1984 г.), а также медаль им. Ричарда Хэмминга «За выдающийся вклад в информатику и информационные системы» (1992 г.) и медаль тысячелетия за создание теории нечетких систем, (2000 г.), медаль им. Руфуса Ольденбургера «За выдающийся вклад в теорию систем, анализ решений, теорию нечетких множеств и ее применения» от Американского машиностроительного общества (1993 г.), медаль им. Б.Больцано «За выдающиеся достижения в нечеткой математике» от Чешской академии наук (1997 г.), медаль им. Эдварда Фейгенбаума от Международного общества по интеллектуальным системам (1998 г.).

Профессор Л.Заде участвует в работе многих научных журналов в качестве почетного редактора, ассоциированного издателя или члена редколлегии. Среди них следует отметить такие известные журналы как Fuzzy Sets and Systems, Fuzzy Mathematics, Cybernetics and Systems, Journal of Fuzzy Systems and Artificial Intelligence, International Journal of Computational Intelligence, Soft Computing, Intelligent Automation and Soft Computing и др.

В настоящее время нечеткой логикой во всем мире занимаются тысячи ученых и инженеров, по этой тематике опубликованы сотни книг, десятки тысяч статей, издается более 40 научных журналов по нечеткой

[17] 22. Лотфи Заде – 80 лет. - Новости Искусственного Интеллекта, №3, 2001, с. 3-6.

логике и мягким вычислениям, механизмы нечеткой логики реализованы в сотнях прикладных систем: в стиральных машинах, видеокамерах, двигателях, системах управления метро и летательными аппаратами.[18]

Число патентов, с применением нечеткой логики

Япония: 22,541

США: 33,022

Журналы со словом Fuzzy в названии:

1. Fuzzy Sets and Systems
2. IEEE Transactions on Fuzzy Systems
3. Fuzzy Optimization and Decision Making
4. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems
5. Fuzzy Economic Review
6. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems
7. Journal of Japan Society for Fuzzy Theory and Systems
8. International Journal of Fuzzy Systems
9. International Review of Fuzzy Mathematics
10. Fuzzy Systems and Soft Computing
11. Turkish Journal of Fuzzy Systems
12. Annals of Fuzzy Sets, Fuzzy Logic and Fuzzy Systems
13. Iranian Journal of Fuzzy Systems
14. Fuzzy Information and Engineering
15. Advances in Fuzzy Systems
16. International Journal of Fuzzy System Applications
17. Advances in Fuzzy Sets and Systems
18. International Journal of Fuzzy Systems and Rough Systems
19. International Journal of Fuzzy Logic Systems
20. Journal of Biomedical Fuzzy Systems Association
21. Advances in Fuzzy Mathematics
22. Journal of Fuzzy Mathematics
23. Journal of Advanced Research in Fuzzy and Uncertain Systems
24. Fuzzy Systems & AI — Reports & Letters

Журналы со словом Soft Computing в названии:

1. Soft Computing
2. Applied Soft Computing
3. Mathware & Soft Computing
4. Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing
5. Applied Computational Intelligence and Soft Computing
6. Autosoft Journal. Intelligent Automation & Soft Computing
7. International Journal of Advances in Soft Computing and Its Applications
8. International Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing

[18] 45. http://www.victoria.lviv.ua/html/oio/html/theme11_rus.htm

9. International Journal of Soft Computing Applications

10. International Journal on Soft Computing

11. International Journal of Soft Computing

12. International Journal of Mathematics and Soft Computing

13. International Journal of Soft Computing Simulation and Software Engineering

14. International Journal of Soft Computing and Bioinformatics

15. Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research

16. International Journal of Soft Computing and Engineering

17. Fuzzy Systems and Soft Computing

18. International Journal of Research and Reviews in Soft and Intelligent Computing

19. International Journal of Factory Automation, Robotics and Soft Computing

20. International Journal of Biomedical Soft Computing and Human Sciences [19]

Число публикаций

Число публикаций со словом fuzzy в заголовке по базам данных INSPEC и MATH.SCI.NET

Данные на 21 Сентября 2011

INSPEC Database

1970 - 1979:	563
1980 - 1989:	2,375
1990 - 1999:	21,554
2000 - 2009:	44,462
2010 - 21.09.2011:	9, 696
Всего:	78,650

MathSciNet Database

1970 - 1979:	446
1980 - 1989:	2,474
1990 - 1999:	5,525
2000 - 2009:	10,237
2010 - 21.09.2011:	1584
Всего:	20,266

Число публикаций со словом fuzzy в заголовке по Google Scholar

256,000

Число цитирований статей Л.Заде (по разным базам банных)

Web of Science: 30,256

Google Scholar: 95,600

Число цитирований статьи L.Zadeh. Fuzzy sets. Information and Control, 1965

[19] 6.Василевский Э. Информационные технологии: масштабы. 2006. №5.

Google Scholar: 28,711[20]

Не обошли средства нечеткой логики и программные системы, обслуживающих большой бизнес. Первыми, разумеется, были финансисты, задачи которых требуют ежедневного принятия правильных решений в сложных условиях непредвиденного рынка. Первый год использования системы FujiBankпо официальным данным принес прибыль банку в размере $770000 за месяц.

Вслед за финансистами, обеспокоенные успехами японцев и потерей стратегической инициативы, когнитивными нечеткими схемами заинтересовались промышленные гиганты США. Motorola, GeneralElectric, OtisElevator, PacificGas&Electric, Ford и другие в начале 90-х начали инвестировать в разработку изделий, использующих нечеткую логику. Имея солидную финансовую «поддержку», фирмы, специализирующиеся на нечеткой логике, получили возможность адаптировать свои разработки для широкого круга применений. «Оружие элиты» вышло на массовый рынок.

Среди лидеров нового рынка выделяется американская компания HyperLogic, основанная в 1987 году Фредом Уоткинсом (FredWatkins). Сначала компания специализировалась на нейронных сетях, однако в скором времени целиком сконцентрировалась на нечеткой логике. Недавно вышла на рынок вторая версия пакета CubiCalc фирмы HyperLogic, которая является одной из мощнейших экспертных систем на основе нечеткой логики. Пакет содержит интерактивную оболочку для разработки нечетких экспертных систем и систем управления, а также run-time модуль, позволяющий оформлять созданные пользователем системы в виде отдельных программ. [21]

Кроме HyperLogic среди «патриархов» нечеткой логики можно назвать фирмы IntelligenceWare, InfraLogic, Aptronix. Всего же на мировом рынке представлено более 100 пакетов, которые так или иначе используют нечеткую логику. В трех десятках СУБД реализована функция нечеткого поиска. Собственные программы на основе нечеткой логики анонсировали такие гиганты как IBM, Oracle и другие.

Что касается отечественного рынка коммерческих систем на основе нечеткой логики, то его формирование началось в середине 1995 года. Популярными являются следующие пакеты:

- CubiCalc 2.0 RTC - одна из мощных коммерческих экспертных систем на основе нечеткой логики, позволяющая создавать собственные прикладные экспертные системы;
- CubiQuick - дешевая «университетская» версия пакета CubiCalc;

[20] 51. http://www.dynsoft.ru/index.php

[21] 48. http://old.ulstu.ru/ people/ SOSNIN/ umk/ DecisionsSupport/ metod/ model.htm.

- RuleMaker - программа автоматического извлечения нечетких правил из входных данных;
- FuziCalc - электронная таблица с нечеткими полями, позволяющая делать быстрые оценки при неточных данных без накопления погрешности;
- OWL - пакет, содержащий исходные тексты всех известных видов нейронных сетей, нечеткой ассоциативной памяти.

На принципах нечеткой логики создан и один из российских программных продуктов - известный пакет «Бизнес-прогноз». Назначение этого пакета - оценка рисков и потенциальной прибыльности разных бизнес-планов, инвестиционных проектов и просто идей относительно развития бизнеса. «Ведя» пользователя по сценарию его замысла, программа задает ряд вопросов, которые допускают как точные количественные ответы, так и приближенные качественные оценки - типа «маловероятно», «степень риска высокая» и т.д. Обобщив всю полученную информацию в виде одной схемы бизнес-проекта, программа не только выносит окончательный вердикт о рискованности проекта и ожидаемых прибылей, но и указывает критические точки и слабые места в авторском замысле. От аналогичных иностранных пакетов «Бизнес-прогноз» отличается простотой, низкой ценой и русскоязычным интерфейсом.[22]

Если рассматривать финансово-экономический сектор, то по-мнению А.О. Недосекина, сотрудника компании Siemens Business Services Russia, доктора экономических наук: «Поток публикаций по применению нечетких множеств в экономическом и финансовом анализе растет лавинообразно. Международная ассоциация International Association for Fuzzy-Set Management & Economy (SIGEF) регулярно апробирует новые результаты в области нечетко-множественных экономических исследований. Исследователями написано несколько сотен монографий по этой проблематике. В России этот процесс только набирает обороты. На своем персональном сайте в сети Интернет я собираю работы по направлению «Нечеткие множества в экономике и финансах».[23]

Исследования неопределенности в экономике выгодны и причин к этому несколько:

- Нечеткие множества идеально описывают субъектную активность
- Нечеткие числа (разновидность нечетких множеств) идеально подходят для планирования факторов во времени, когда их будущая оценка затруднена (размыта, не имеет достаточных вероятностных оснований).
- Можно в пределах одной модели формализовывать как особенности экономического объекта, так и познавательные особенности связанных с этим объектом субъектов менеджера и аналитика.

---

[22] 9.Деревянко П.М. Нечетко-логический подход, 2004. - с. 119-120

[23] 30. Alexey Nedosekin. FUZZY FINANCIAL MANAGEMENT. Russia, Moscow, AFA Library, 2005

• Можно вернуть вероятностные описания в свой научный обиход, как вероятностные распределения с нечеткими параметрами

Вероятности как инструмент моделирования финансовых процессов присутствуют в экономическом анализе уже сравнительно давно (более полувека назад).[24] Однако нечеткие множества – инструмент для экономических исследований довольно непривычный и новый, причем это замечание справедливо не только для России (где рыночная экономика существует всего 23 года, если не брать в расчет дореволюционную историю), но и для всего остального мира.[25]

Если инструмент нечеткие множества рассматривать на базе ERP (что дешевле и проще), то бюджетный вариант для SB:

Метод внедрения «Развертывание» - система сначала внедряется на одном участке производства (в отделе, филиале и т. п.), а затем уже распространяется на другие участки. Само развертывание на каждом участке можно провести как поэтапную реализацию или как «большой взрыв». Риск в этом случае, как правило, незначительный.[26] («Большой взрыв» - система внедряется целиком и сразу. Это очень рискованный вариант, который предпочтителен для компаний с простой организационной структурой и относительно несложным производством.)

Следует сказать, что, по данным зарубежных аналитиков, до 40% проектов внедрения ERP-систем завершаются неудачно. После долгого, болезненного и дорогого внедрения многие предприятия в конце концов приходили к выводу, что практически аналогичных результатов можно было достигнуть и без установки ERP-систем (например, за счет обычной оптимизации бизнес-процессов на базе уже существующих аппаратно-программных средств). Однако если головная компания обладает ERP-системой, филиалам и подотчетным подразделениям следует воспользоваться подключаемыми модулями BI. Далее рассмотрены решения BI с применением Fuzzy sets для малого бизнеса(SB) в России.

Проблемы применения нечеткой логики в финансовом секторе. Рост потребности в получении качественной и достоверной аналитической информации, необходимой для принятия управленческих решений вынуждает даже совсем небольшие предприятия обращаться к современным компьютерным технологиям. Несколько лет назад решения класса Business Intelligence (BI) в России покупали преимущественно банки и брокерские конторы. Сегодня же аналитическим ПО активно интересуются оптовые и розничные торговцы, операторы связи, страховщики, пивоварни, транспортные компании и даже государственные структуры. Чем более зрелый рынок, чем выше на нем конкуренция, тем больший интерес проявляют предприятия отрасли к аналитическим приложениям. Иначе можно попасть в аутсайдеры. Для ряда компаний BI-

[24] 42. Zemankova-Leech, Maria, and Abraham Kandel. Fuzzy Relational Data Bases, Rheinland, 1984.

[25] 9.Деревянко П.М. Нечетко-логический подход, 2004. - с. 119-120.

[26] 25. Мосейко В. Управление в структурах малого бизнеса: 2004. - № 5.

системы стали приоритетными и определяющими внедрениями. Несомненно, важную роль здесь играют отложенный спрос и желание дальнейшего развития уже внедренных ERP-систем с помощью BI-решений. В настоящее время организации испытывают потребность в создании более совершенных систем управления и контроля, позволяющих не использовать локально разрозненные информационные сети и обеспечивающих высокую эффективность бизнес-процессов. Востребованность BI-решений в последние годы подтверждается ростом числа масштабных BI-проектов. Количество завершённых проектов в 2012 году на 46% больше по сравнению с 2011 годом, что доказывает устойчивый рост потребности в BI-системах на российском рынке.[27]

При формировании календарного плана большинство компаний используют отечественные программы, такие как 1С. Сам процесс производства в таком случае рассматривается как «черный ящик»: определенное количество ресурсов используется на входе и из него получается продукт. Что и как происходит с ресурсами, система 1С не расскажет. Для таких задач нужны более аналитические инструменты, входящие в BI-решения.

Для этого подходят подключаемые модули BI. В первую очередь, организация получает возможность осуществлять грамотное и прозрачное планирование с возможностью моделировать различные ситуации. Во-вторых, BI-решения помогают упорядочить данные, что повышает управляемость. В-третьих, использование возможностей аналитических систем способствует оптимальному планированию запасов, поставок и отгрузок, что сокращает затраты и повышает прибыль организации.

Лидером рынка ИСУП в 2012 г., по данным IDC, стала SAP (рост рыночной доли с 40,7% до 45%). Oracle, занимающая вторую позицию, сократила свою долю на 4,5%, увеличив отставание от лидера, и заняла 19%. Российская «1С», которая контролировала в 2011 г. 15% рынка - на третьем месте.[28]

Прошедший год не был одинаково успешным для российских поставщиков: «1С» удалось нарастить свою долю на 2,3%. «Галактика» увеличила свою долю с 6,1 до 6,3%,. «Парус» уменьшил свое присутствие на российском рынке ERP-систем с 2,8 до 2%.

Рост показателей «1С» был обеспечен активным продвижением версии 8.0. «Большая доля продаж приходится на малые предприятия, которые пока осваивают только финансовую часть бизнес-решения на платформе «1С». Если они будут расширять корпоративные системы и внедрять и другие функциональные блоки, то «1С» может рассчитывать на положительные перспективы», - считает эксперт компании «1С» Елена Семеновская. [29]

---

[27] 49. http://www.finansy.ru/eco/nao/#publ

[28] 49. http://www.finansy.ru/eco/nao

[29] 46. http://www.1c.ru/rus/partners/ckp-rate-info.jsp?id=9541

IDC считает, что российский рынок ИСУП в ближайшие пять лет будет ежегодно расти в среднем на 30%. Наиболее динамичным будет объединенный правительственный сектор, затраты на ИСУП в секторах бизнес-услуг и розничной торговли будут опережать темпы роста рынка в целом. Темпами, опережающими средние показатели рынка, будут увеличиваться и затраты в секторах финансов, страхования и энергетики.

Человеческий мозг мыслит геометрическими примитивами - двумерными, в лучшем случае трехмерными представлениями. Вообразить четырехмерную структуру уже невозможно, но такие задачи встречаются в бизнесе повсеместно. Примером может служить филиал розничной сети, который описывается десятком параметров: объем продаж, близость к метро, ассортимент товаров, площадь помещения, количество продавцов и т. д. Одна из самых популярных задач, решаемых средствами BI, состоит в том, чтобы выяснить, как на одну из этих характеристик влияют изменения других. Человек с такой задачей справиться не в состоянии либо, как правило, решает ее неверно, пленившись кажущейся очевидностью ошибочного вывода. Поэтому, увидев результат работы аналитической системы, менеджеры нередко испытывают настоящий шок. Бывает, в компании думают, что снизить затраты им удалось благодаря тому или иному мудрому управленческому действию, а BI-система беспристрастно показывает: заслуги менеджеров тут нет, это всего лишь влияние сезонного тренда.

В качестве примера можно привести ситуацию в российском подразделении французской фармацевтической компании Ipsen International. Около сотни ее представителей в России работают над маркетинговым продвижением лекарственных препаратов, сбытом Ipsen сама не занимается. Сотрудники компании использовали такие маркетинговые инструменты, как участие в престижных выставках, организацию семинаров, визиты к врачам и заведующим клиник. Самым дорогостоящим и, как считалось, эффективным инструментом, которым активно пользовалась Ipsen, была телевизионная реклама. Так ли это, взялась выяснить компания «М-Лоджикс». Загрузив в свою BI-систему «С.М.А.Р.Т.» данные о продажах Ipsen в России за месяц по городам, а также информацию о проведенных маркетинговых мероприятиях, аналитики запустили процедуру кластерного анализа. С каждым кликом компьютерной мышки лицо регионального директора Ipsen все больше вытягивалось. Сразу выяснилось, что участие в выставках никак не коррелирует с продажами по городам. Деньги на телерекламу тоже оказались потраченными зря: на уровень продаж они практически не влияли. Объем продаж зависел только от одного фактора - количества личных встреч представителей компании с врачами. Рекламу с ТВ сняли, в

выставках участвовать практически перестали, зато число агентов увеличили - и продажи пошли вверх.[30]

Большой спектр аналитических задач присутствует в розничной торговле. Так, с помощью комбинаторного анализа можно выявить важные закономерности в поведении покупателей. Можно установить, что при покупке товара А с какой-то вероятностью берут и товар Б. Эти сочетания зачастую бывают неочевидными (например, Coca-Cola в больших бутылках с чипсами). Выявив их, можно продавать товары А и Б в связке. Другое применение BI в розничной торговле - решение задачи оптимального размещения товаров на полках. Если разместить слишком мало товара, он будет незаметен, слишком много - затормозятся оборотные средства. ИТ-директор питерской сети гипермаркетов «Лента» предложил считать оптимальный складской запас, используя «идеальные» продукты - макароны, рис и сахар. К этому балансу «на полке/на складе» идеального среднего продукта были максимально приближены другие подгруппы продуктов. Для этого использовался генетический алгоритм перебора состояний объектов с целью приближения к некой идеальной функции. Абстрактная математика привела к вполне конкретному бизнес-результату: складские запасы сократились на несколько процентов, а продажи при этом не уменьшились. На огромном обороте «Ленты» эти несколько процентов вылились в весьма существенную экономию.

В 2012 году компания ООО ПЕТРОБАРС, снабжающая пищевые и кондитерские предприятия своей продукцией (орехи, сухофрукты), занялась модернизацией своей деятельности – расширение складских помещений, внедрение новых ERP модулей для быстрой работы с клиентами и мониторингом упаковки своей продукции, регулирование складских запасов, учитывая убытки из-за сезонных колебаний и специфики работы с постоянными клиентами.

В информационной сети офиса «ПЕТРОБАРС» использовались аналитические возможности математического аппарата нечеткой логики BI (нового модуля). Мною было сделано предложение использовать новые возможности для регулярного мониторинга, чтобы снизить издержки. Задача была такая. Ящики сухофруктов с нового склада покупают не больше двух-трех партий в день, но ассортимент нужно поддерживать. Менеджеры, отвечающие за поставки, рассуждали примерно так: сегодня продажи шли хорошо, значит, подвезем больше; продали мало - подвезем мало; не продали ни одного - вообще везти не нужно. И зачастую действовали наугад. Зато каждый месяц было видно, что есть издержки в связи с изменением потребностей клиентов. Загрузив всю необходимую информацию в новом офисе в модуль BI на базе ERP 1С, в компании начали ежедневно следить за остатком на складе и объемом продаж. Но дело в том, что термины «много» или «мало» размыты и для разных людей

[30] 13.Ендови Д.А. Комплексный анализ и контроль финансовой деятельности, 2008. - 200 с.

означают разное. На помощь пришла нечеткая логика, напоминающая человеческое мышление. Если между «да» и «нет» есть очевидная разница, то между «много» и «мало» существует зона перекрытия. Аналитики разработали правила нечеткой логики: сколько понимать под «мало», сколько под «много», сколько под «средне». Допустим, остаток может быть от 1 до 100. «Мало» - это точно меньше 40, «много» - точно больше 70. Посмотрев на результаты работы BI-системы, менеджер изменил тактику. Чтобы остаток неуклонно не накапливался, менеджер еще раз сформулировал правила и начал ими руководствоваться - сначала для оценки своих предыдущих решений. Затем в зависимости от остатков система стала подсказывать, какому клиенту нужно завозить много, мало или вообще не завозить продукцию, а завозить только на торговую точку. Любая ERP-система содержит механизм планирования потребностей и вычисляет скользящий складской остаток с учетом партии поставок. Но если срок доставки и объем продаж спрогнозировать невозможно, то ERP-система будет рекомендовать либо закупать 0, либо все 100. Поэтому во многих случаях традиционные логистические системы, скорее всего, должны уступить место решениям на базе нечеткой логики.

Сущность системы, программы Dyn-soft и Mathcad. Как сказал сам Л.Заде: «Я считаю, что излишнее стремление к точности стало оказывать действие, сводящее на нет теорию управления и теорию систем, так как оно приводит к тому, что исследования в этой области сосредоточиваются на тех и только тех проблемах, которые поддаются точному решению. Для того чтобы сказать что-либо существенное для проблем подобного рода, мы должны отказаться от наших требований точности и допустить результаты, которые являются несколько размытыми или неопределенными».[31]

Несмотря на внешнюю простоту и естественность базовых понятий нечеткой логики, понадобилось более пяти лет, чтобы построить и доказать комплекс постулатов и теорем, делающих логику логикой.[32]

С разработкой теоретических основ новой науки, Заде прорабатывал различные возможности ее практического применения. И в 1973 году эти усилия увенчались успехом - ему удалось показать, что нечеткая логика может быть положена в основу нового поколения интеллектуальных систем управления. Практически сразу после выхода в свет фундаментального доклада Заде [33]одна небольшая предприимчивая фирма из Дании применила изложенные в нем принципы для усовершенствования системы управления сложным производственным процессом. Результат превзошел все ожидания - через четыре года прибыли от внедрения новой системы исчислялись десятками тысяч долларов.

---

[31] 41. Zadeh L.A. Fuzzy Sets // Information and Control, 1965, Vol.8, №3, pp. 338-353.

[32] 16. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной - М.: Мир, 1980. С.152

[33] 15. Заде Л.А. Основы нового подхода к анализу сложных систем, - М.: Знание, 1974, с.30-36.

Чтобы понять, что дает применение нечеткой логики в системах управления, рассмотрим простой пример. Необходимо разработать систему управления тяжелым длинномерным грузовиком, способную автоматически загонять его в узкий гараж из произвольной начальной точки. Если попытаться решить эту задачу классическим способом, то это будет очень непросто.[34] Придется в буквальном смысле слова увешать автомобиль всевозможными датчиками и акселерометрами, после чего привлечь пару докторов наук для составления отнюдь не простой системы уравнений в частных производных.

Использование нечеткой логики принципиально упрощает задачу. Прежде всего, используя лишь три нечетких параметра - скорость и ориентацию автомобиля и расстояние до гаража, получается исчерпывающее описание текущей ситуации. Далее строится простая и естественная система нечетких правил типа :

«Если до гаража достаточно далеко, скорость невелика, а нос смотрит влево возьми правее». В пакете CubiCalc, одном из наиболее популярных пакетов на основе нечеткой логики, для полной реализации указанной задачи понадобилось описать лишь двенадцать ситуаций и тридцать пять нечетких правил - каждое не сложнее приведенного выше. Можно часами наблюдать за кружевом трасс на экране - действия системы экономичны и безошибочны.[35]

Этот несложный пример позволяет проиллюстрировать два ключевых преимущества нечеткой логики по сравнению с другими методами построения систем управления. Во-первых, при тех же объемах входной и выходной информации, центральный блок принятия решений становится компактнее и проще для восприятия человеком. Во-вторых, решение сложной и громоздкой задачи вычисления точных воздействий подменяется значительно более простой и гибкой стратегией адаптивного «подруливания»- при сохранении требуемой точности результата

Известно, что многие предпочитают работать на основе опыта и интуиции и без каких-либо методов и программ. Сложные математические расчеты также не привлекают управленцев. Возможно, это обусловлено, в том числе следующими основными причинами[3637]:

спецификой предметной области исследования, так как она находится на стыке современной прикладной математики, экономики и психологии;

относительной новизной и недостаточной проработанностью математических методов анализа в условиях неопределенности;

---

[34] 17. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование, Издательская группа BHV, 2004. - 847 с. С.465

[35] 32. Hua Wang Fuzzy Control Systems Design A Linear Matrix Inequality Approach., 2011

[36] 39. Uziel Sandler, Lev Tsitolovsky Neural Cell Behavior Springer, 2008. — 478 с.

[37] 38. McNeill, Daniel and Freiberger, Paul. Fuzzy Logic Touchstone Rockefeller Center, 1993.

низкой осведомленностью топ-менеджеров предприятий и специалистов в области финансов о новых математических подходах формализации и одновременной обработки разнородной информации (детерминированной, интервальной, лингвистической, статистической) и о возможностях построения на базе этих подходов специализированных методик.

Однако для простоты расчетов (в программе или без), по-моему мнению, можно использовать следующий алгоритм:

1. Сформулировать решение в виде системы утверждений, не обращая внимания на нечеткость.

2.Для каждого предиката каждого утверждения найти такую функцию, которая в крайних случаях давала бы 1 и 0; в остальных, равномерно распределенные значения в пределах (0, 1).

3.Применить нечеткую логику.

Этот метод можно применять в практике обычного программирования — для реализации, к примеру, бизнес-логики. С этой точки зрения, нечеткая логика — это просто.

Если развивать идею дальше, то видно, что при помощи нечетких множеств можно формально определить неточные и такие многозначные понятия, как «высокая температура», «молодой человек», «средний рост» либо «большой город». Перед формулированием определения нечеткого множества необходимо задать так называемую область рассуждений (universe of discourse). В случае неоднозначного понятия «много денег» большой будет признаваться одна сумма, если мы ограничимся диапазоном [0, 1000 руб.] и совсем другая–в диапазоне [0, 1000000 руб.].

Из разработок искусственного интеллекта завоевали устойчивое признание экспертные системы, как системы поддержки принятия решений. Они способны аккумулировать знания, полученные человеком в различных областях деятельности. Посредством экспертных систем удается решить многие современные задачи, в том числе и задачи управления. Одним из основных методов представления знаний в экспертных системах являются продукционные правила, позволяющие приблизиться к стилю мышления человека. Обычно продукционное правило записывается в виде: «ЕСЛИ (посылка) (связка) (посылка)… (посылка) ТО (заключение)».Возможно наличие нескольких посылок в правиле, в этом случае они объединяются посредством логических связок «И», «ИЛИ».[38]

Нечеткие системы тоже основаны на правилах продукционного типа, однако в качестве посылки и заключения в правиле используются лингвистические переменные, что позволяет избежать ограничений, присущих классическим продукционным правилам.[39]

---

[38] 36. Kosko, Bart. Neural Networks and Fuzzy Systems

[39] 37. Li Calzi M. Towards a General Setting for the Fuzzy Mathematics of Finance, 1990, №35, pp. 265-280.

Нечеткие системы управления

Нечеткая система (НС) — это система, особенностью описания которой является:

нечеткая спецификация параметров;

нечеткое описание входных и выходных переменных системы;

нечеткое описание функционирования системы на основе продукционных «ЕСЛИ…ТО…»правил.

Важнейшим классом нечетких систем являются нечеткие системы управления (НСУ).Одним из важнейших компонентов НСУ является база знаний, которая представляет собой совокупность нечетких правил «ЕСЛИ—ТО», определяющих взаимосвязь между входами и выходами исследуемой системы. Существуют различные типы нечетких правил: лингвистическая, реляционная, модель Takagi-Sugeno.[40]

Для многих приложений, связанных с управлением технологическими процессами, необходимо построение модели рассматриваемого процесса. Знание модели позволяет подобрать соответствующий регулятор (модуль управления). Однако часто построение корректной модели представляет собой трудную проблему, требующую иногда введения различных упрощений. Применение теории нечетких множеств для управления технологическими процессами не предполагает знания моделей этих процессов. Следует только сформулировать правила поведения в форме нечетких условных суждений типа «ЕСЛИ-ТО».

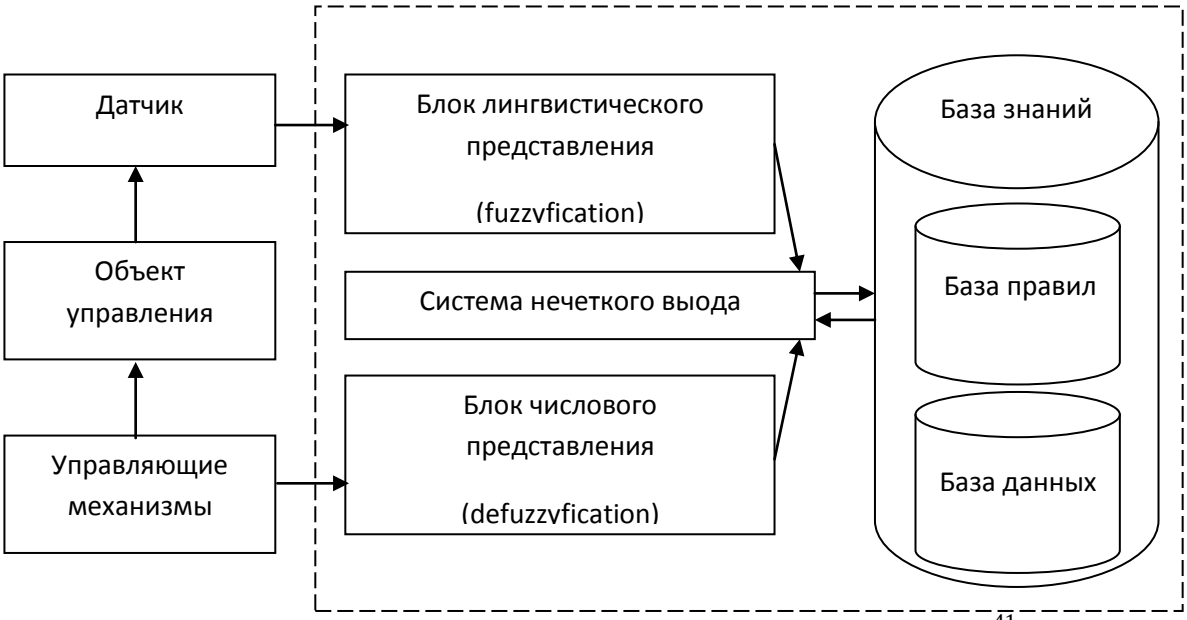


Рисунок 10 «Структура нечеткой системы управления»[41]

Процесс управления системой напрямую связан с выходной переменной нечеткой системы управления, но результат нечеткого

[40] 1. А. В. Алтухов Формирование нечетких правил типа Takagi-Sugeno, 2008. С. 44-50

[41] 27. Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. Изд-во ТГУ, 2008. - 349 с.

логического вывода является нечетким, а физическое исполнительное устройство не способно воспринять такую команду. Необходимы специальные математические методы, позволяющие переходить от нечетких значений величин к вполне определенным. В целом весь процесс нечеткого управления можно разбить на несколько стадий: фаззификация, разработка нечетких правил и дефаззификация.[42]

Фаззификация (переход к нечеткости). На данной стадии точные значения входных переменных преобразуются в значения лингвистических переменных посредством применения некоторых положений теории нечетких множеств, а именно - при помощи определенных функций принадлежности.

Лингвистические переменные

В нечеткой логике значения любой величины представляются не числами, а словами естественного языка и называются «термами». Так, значением лингвистической переменной «Дистанция» являются термы «Далеко», «Близко» и т. д. Для реализации лингвистической переменной необходимо определить точные физические значения ее термов. Допустим переменная «Дистанция» может принимать любое значение из диапазона от 0 до 60 метров. Согласно положениям теории нечетких множеств, каждому значению расстояния из диапазона в 60 метров может быть поставлено в соответствие некоторое число, от нуля до единицы, которое определяет степень принадлежности данного физического значения расстояния (допустим, 10 метров) к тому или иному терму лингвистической переменной «Дистанция».[43] Тогда расстоянию в 50 метров можно задать степень принадлежности к терму «Далеко», равную 0,85, а к терму «Близко» - 0,15. Задаваясь вопросом, сколько всего термов в переменной необходимо для достаточно точного представления физической величины принято считать, что достаточно 3-7 термов на каждую переменную для большинства приложений. Большинство применений вполне исчерпывается использованием минимального количества термов. Такое определение содержит два экстремальных значения (минимальное и максимальное) и среднее. Что касается максимального количества термов, то оно не ограничено и зависит целиком от приложения и требуемой точности описания системы. Число 7 же обусловлено емкостью кратковременной памяти человека, в которой, по современным представлениям, может храниться до семи единиц информации.

Как пример программы, совместимой с ERP (1С8) на базе решений нечеткой логики, в настоящее время, этот вариант оформлен в виде программного модуля, который компания «Dyn-soft» использует в своих

[42] 34. Kaufmann, Arnold, and Gupta, Madan M. Introduction to Fuzzy Arithmetic/ Thomson Computer Press, 1991.

[43] 35. Kosko, Bart. Fuzzy thinking / Hyperion, 1993.

программных решениях. Внешний вид программного интерфейса этого модуля представлен на рис.11-12[44]

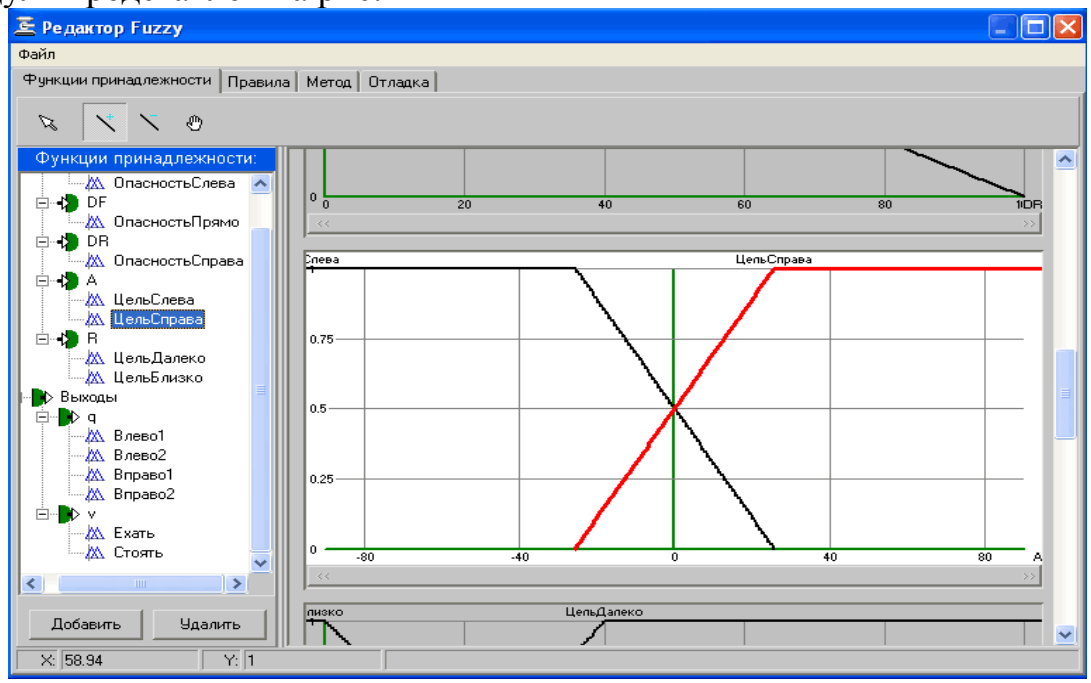


Рисунок 11 «Внешний вид графического редактора нечеткой логической системы»

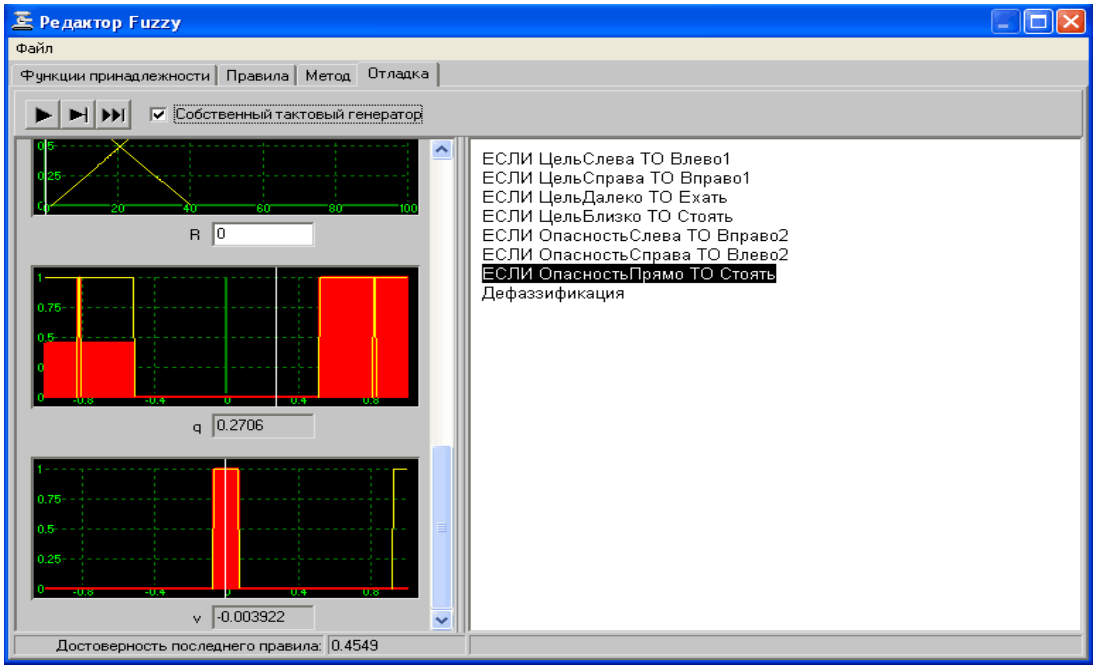


Рисунок 12 «Внешний вид графического редактора нечеткой логической системы»

[44] 51. http://www.dynsoft.ru/index.php

Но, если нет возможности сразу подключить нужный модуль, можно сразу использовать программу Mathcad.[45]

Mathcad является интегрированной системой решения математических, инженерно-технических и научных задач. Он содержит текстовый и формульный редактор, вычислитель, средства научной и деловой графики, а также огромную базу справочной информации, как математической, так и инженерной, оформленной в виде встроенного в Mathcad справочника, комплекта электронных книг и обычных «бумажных» книг, в том числе и на русском.

Текстовый редактор служит для ввода и редактирования текстов. Тексты являются комментариями, и входящие в них математические выражения не выполняются. Текст может состоять из слов, математических символов, выражений и формул.

Формульный процессор обеспечивает естественный «многоэтажный» набор формул в привычной математической нотации (деление, умножение, квадратный корень, интеграл, сумма и т.д.). Последняя версия Mathcad полностью поддерживает буквы кириллицы в комментариях, формулах и на графиках.[46]

Вычислитель обеспечивает вычисление по сложным математическим формулам, имеет большой набор встроенных математических функций, позволяет вычислять ряды, суммы, произведения, интегралы, производные, работать с комплексными числами, решать линейные и нелинейные уравнения, а также дифференциальные уравнения и системы, проводить минимизацию и максимизацию функций, выполнять векторные и матричные операции, статистический анализ и т.д. Можно легко менять разрядность и базу чисел (двоичная, восьмеричная, десятеричная и шестнадцатеричная), а также погрешность итерационных методов. Автоматически ведётся контроль размерностей и пересчёт в разных системах измерения (СИ, СГС, англо-американская, а также пользовательская).

В Mathcad встроены средства символьной математики, позволяющие решать задачи через компьютерные аналитические преобразования.

Графический процессор служит для создания графиков и диаграмм. Он сочетает простоту общения с пользователем с большими возможностями средств деловой и научной графики. Графика ориентирована на решение типичных математических задач. Возможно быстрое изменение вида и размера графиков, наложение на них текстовых надписей и перемещение их в любое место документа.

Mathcad является универсальной системой, т.е. может использоваться в любой области науки и техники – везде, где применяются математические методы. Запись команд в системе Mathcad на языке, очень

[45] 52. http://www.mathcad.com.ua/mathcad_links.php
[46] 47. http://matlab.exponenta.ru/seminar/default.php

близком к стандартному языку математических расчётов, упрощает постановку и решение задач.[47]

Mathcad интегрирован со всеми другими компьютерными системами счёта.

Начиная с 14-й версии, Mathcad интегрирован с Pro/ENGINEER (а также и с SolidWorks). В основе интеграции Mathcad и Pro/ENGINEER лежит двухсторонняя связь между этими приложениями. Их пользователи могут легко связать любой файл Mathcad с деталью и сборкой Pro/ENGINEER при помощи такой функции системы Pro/ENGINEER, как фичер анализа

Использование Fuzzy Sets для быстрого определения выгодной цены нектара. Можно сказать что, аппарат теории нечеткости громоздок. В качестве примера можно использовать определения теоретико-множественных операций над нечеткими множествами. Пусть C и D- два нечетких подмножества A с функциями принадлежности μc(x) и μd(x) соответственно. Пересечением C∩D, произведением CD, объединением CUD, отрицанием C^{-}, суммой C+D называются нечеткие подмножества A с функциями принадлежности соответственно.[48][49]

$$\mu_{C\cap D}(x) = \min(\mu_C(x), \mu_D(x)), \quad \mu_{CD}(x) = \mu_C(x)\mu_D(x), \quad \mu_{\bar{C}}(x) = 1 - \mu_C(x),$$

$$\mu_{C\cup D}(x) = \max(\mu_C(x), \mu_D(x)), \quad \mu_{C+D}(x) = \mu_C(x) + \mu_D(x) - \mu_C(x)\mu_D(x), \quad x \in A,$$

Функции принадлежности.[50]

Метод нечеткого отношения предпочтения.

Далее с помощью обычного софта произведен расчет наиболее подходящих параметров.

Для рабочих металлургического комбината (вредная работа с фенолами), важно сделать пищевой продукт привлекательным по вкусу, пользе и цене.

Показана возможность использования теории нечетких множеств для оптимизации рецептуры и цены профилактических плодово-ягодных нектаров «Витанект», предназначенных для людей, контактирующих с фенолом и анилином. Органолептические оценки по природе можно рассматривать как лингвистическими переменными теории нечетких множеств, что позволяет одновременно в одной серии экспертных исследований оптимизировать биотехнологические (содержание ингредиентов) и экономический параметр продукта (цена).[51] Поскольку

---

[47] 29. Яньков В.Ю. Лабораторный практикум по Маткаду . Модуль 3. Моделирование в Маткаде. -М.: МГУТУ, 2009.- с. 68.

[48] 14. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение, М.: Мир, 1976. - 165 с.

[49] 20. Кофман А., Хил Алуха Х. Введение теории нечетких множеств, Высшая школа, 1992. - 224 с.

[50] 31.Buckley J.J. The Fuzzy Mathematics of Finance // Fuzzy Sets and Systems, 1987, N21, pp. 257-273.

[51] 4. Байченко А.А., Байченко Л.А. Изучение ценообразования плодово-ягодных нектаров, 2012. - Т. 1. - С. 36,37

здесь решение проблемы ориентировано на использование теории нечетких множеств в экономической задаче ценообразования, то не будем уточнять физико-химической природы биотехнологических ингредиентов нектара. Обозначим ингредиенты через порядковые номера 1 и 2 (это может быть, например, содержание витаминов и сахаров)[52] и сосредоточим внимание на цене.

В результате органолептической оценки дегустаторами профилактического нектара «Витанект» было получены три матрицы оценок следующего вида.

Таблица 4.[53]

Обозначение матриц	Показатели	Средние арифметические величины показателей						
$\mu 1$-матрица ингредиента 1	Содержание мг/100 г, g	20	21.4	23	25	27.2	28.6	30
	Средние оценки экспертов	0.12	0.32	0.68	0.88	0.82	0.38	0.06
$\mu 2$ - матрица ингредиента 2	Содержание мг/100 г, b	10	11.7	13.4	15	16.7	18.4	20
	Средние оценки экспертов	0	0.33	0.65	1	0.63	0.32	0
$\mu 3$- матрица цены	Цена нектара руб/100 г , h	3.5	4	5	6	10	20	30
	Средние оценки экспертов	1	1	1	1	0.64	0.35	0

Мнения экспертов представляли собой степень принадлежностей:

вкусно -1, почти вкусно -0.8, не очень вкусно – 0.3, невкусно – 0, а также дешево -1, довольно дешево - 0,8, дороговато – 0,3, слишком дорого -0. Поскольку экспертов пять человек, то их оценки отличаются и в таблице уже приведены математические ожидания оценок экспертов. Для матрицы оценок μ1 применим функцию принадлежности в виде нормального закона распределения и программу Matcad 14 . В обозначениях программы:

$$\mu g\,(g, A1, B1) := \exp\left[-A1 \cdot (B1 - g)^2\right], \qquad (1)$$

где g – содержание ингредиента 1 в таблице,

A1 – статистическая дисперсия строки g в таблице,

B1 – среднее арифметическое строки g в таблице.

Расчет дал величины B1=25.029, A1=0.083.

На рис. 14 видно, что ломанная сплошная линия, которая проходит через экспериментальные точки, хорошо аппроксимируется функцией принадлежности виде нормального закона распределения (точечная линия). Делается сопоставление функции принадлежности μg(g, A1,B1,) и точек нечеткого множества μ1 из таблицы, и сопоставление функции

[52] 19.Колодязная В.С., Байченко Л.А. Оптимизация рецептуры, №1. — март 2012.

[53] 3.Арет В.А., Байченко А.А., Байченко Л.А., Василенок В.Л. ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ, 2012. - С. 4

принадлежности μb(b, A2, B2) и точек нечеткого множества μ2 из таблицы. A2 = 0.09; B2 = 15,03.

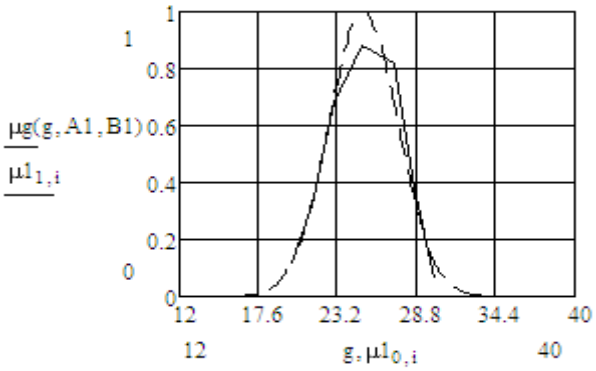


Рисунок 14 «Сопоставление функции принадлежности и точек нечеткого множества $\mu 1$ из таблицы 4.»

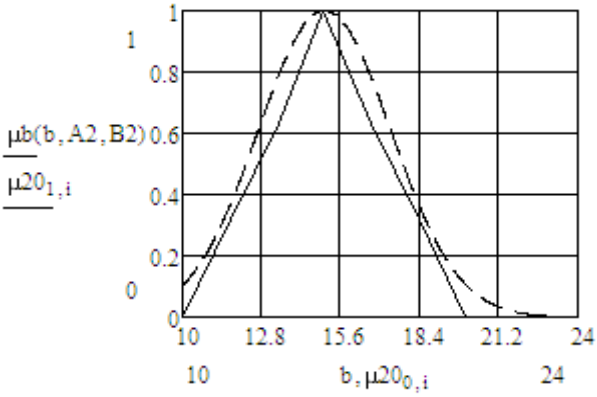


Рисунок 15 «Сопоставление функции принадлежности и точек нечеткого множества $\mu 2$ из таблицы 4.»

По данным таблицы, очевидно, что для нечеткого множества, нельзя построить такую простую функцию принадлежности, как для двух предыдущих. Не останавливаясь на промежуточных операциях, приведем вид функции (2) принадлежности для второго множества в обозначениях Mathcad 14:

μh (h, A3, B5) = if [h ≤ 12,6, μh0 (h, A3, B3)], (2)

где h – цена в таблице,

A3 – статистическая дисперсия правой части строки h таблице,

B3 – среднее арифметическое правой части строки h в таблице.

Сопоставление функции принадлежности μh(h,A3,B3) и точек нечеткого множества μ3 из таблицы. A3 = 0,011; B3 = 11,21.

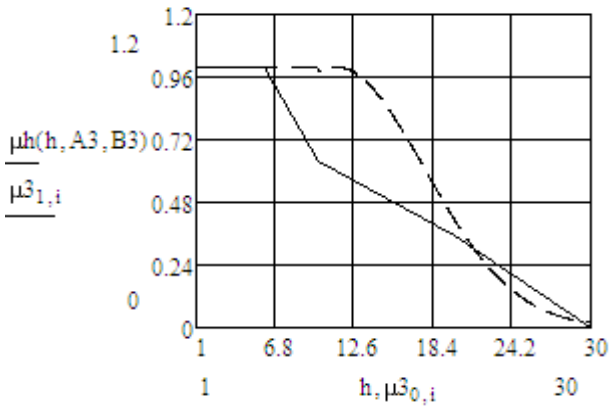


Рисунок 16 «Сопоставление функции принадлежности $\mu h(h, A3, B3)$ и точек нечеткого множества $\mu 3$ из таблицы № 1. A3 = 0,011; B3 = 11,21»

С целью оптимизации находим пересечение трех функций принадлежности виде функции трех переменных:

$$\mu gbh(g,b,h) = min\begin{bmatrix}\mu g & (g,A1,B1)\\ \mu b & (b,A2,B2)\\ \mu h & (h,A3,B3)\end{bmatrix}. \quad (3)$$

Составим программу расчета в Mathcad14. В программе величина G_0 – это максимальное значение функции (3). В программе каждый участок изменения величин g, b и h делится на 500 отрезков и для каждого сочетания величин g_i , b_i и h_i на этих отрезках вычисляются значения d1 , (начиная с d = 0) которое сравниваются с предыдущим значением d . Если новое значение d1 больше предыдущего, то величины G_0 , G_1 , G_2 и G_3 запоминаются в векторе G. В конечном счете получаем четырехмерную функцию принадлежности, где $G_1 = 25$, и $G_2 = 15$ - оптимальные с точки зрения экспертов величины ингредиентов, а $G_3 = 3,5$ наилучшая цена.

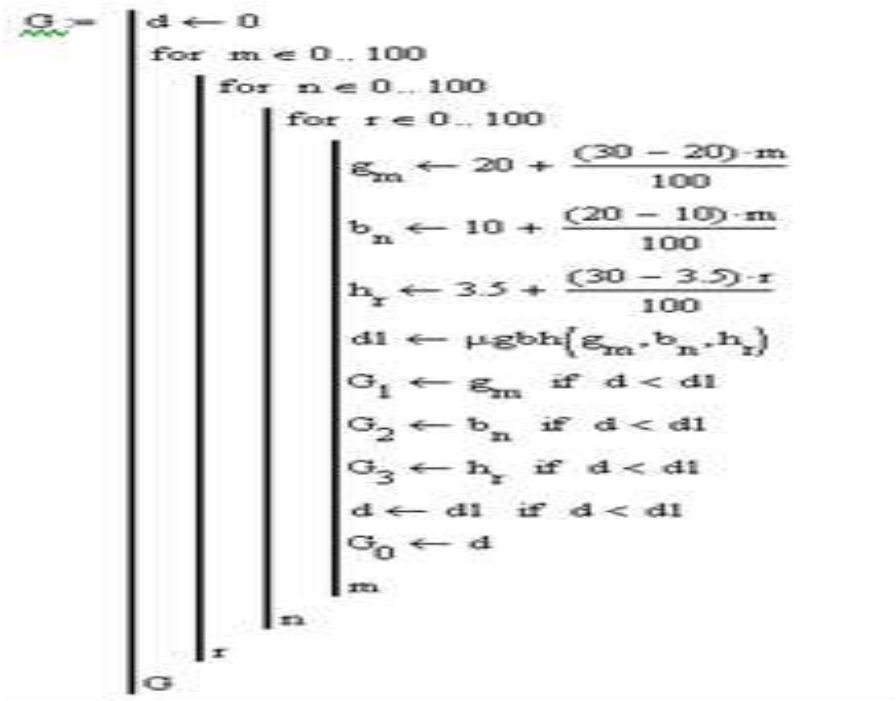


Рисунок 17 «Расчет в Mathcad14»[54]

Этот результат на первый взгляд банален, поскольку естественно, что эксперты считают наилучшей ценой минимальную -3.5 руб. Но важно другое – третий график принадлежности (рис. 3) показывает, что потребитель еще при цене 6.5 склонен покупать нектар, а при 12 рублей и выше число желающих резко падает, что следует учесть при построение планов продаж и поставке в столовую. Остальные элементы вектора важны с позиции биотехнологической оценки рецептуры. Пример показывает, что теория нечетких множеств позволяет проводит оптимизацию по факторам совершенно разной природы, используя один и тот же состав экспертов на одной одновременной сессии.

Анализ приведенных результатов позволяет сделать следующие выводы:

Методы принятия решений на нечетких моделях позволяют удобно и достаточно объективно производить оценку альтернатив по отдельным критериям. При оценке альтернатив по критериям возможна как лингвистическая оценка, так и оценка на основе точечных оценок с использованием функций принадлежности критериев.

Каждый подход имеет свои ограничения и особенности, и пользователь должен получить о них представление, прежде чем применять тот или иной метод принятия решений.

Заключение. Мало кто задумывается, насколько ощутимую помощь могут оказать методы нечеткой логики в управлении. Ввиду вышесказанного можно сделать следующие выводы:

Нечеткое управление оказывается особенно полезным, когда технологические процессы являются слишком сложными для анализа с

[54] 5. Байченко А.А., Байченко Л.А. Использование нечетких множеств при определении цены, 2012. - № 1

помощью общепринятых количественных методов, или когда доступные источники информации интерпретируются качественно, неточно, неопределенно. Экспериментально показано, что нечеткое управление дает лучшие результаты, по сравнению с получаемыми при общепринятых алгоритмах управления.[55] Нечеткая логика, на которой основано нечеткое управление, ближе по духу к человеческому мышлению и естественным языкам, чем традиционные логические системы. Нечеткая логика, в основном, обеспечивает эффективные средства отображения неопределенностей и неточностей реального мира. Наличие математических средств отражения нечеткости исходной информации позволяет построить модель, адекватную реальности.

Некоторые преимущества fuzzy по сравнению с другими:

- возможность оперировать нечеткими входными данными: например, непрерывно изменяющиеся во времени значения (динамические задачи), значения, которые невозможно задать однозначно (результаты статистических опросов, рекламные компании и т.д.);
- возможность нечеткой формализации критериев оценки и сравнения: оперирование критериями «большинство», «возможно», «преимущественно»;
- возможность проведения качественных оценок как входных данных, так и выходных результатов: оперируемость не только значениями данных, но и их степенью достоверности и ее распределением;
- возможность проведения быстрого моделирования сложных динамических систем и их сравнительный анализ с заданной степенью точности: оперируя принципами поведения системы, описанными fuzzy-методами, во-первых, не тратится много времени на выяснение точных значений переменных и составление описывающих уравнений, во-вторых, можно оценить разные варианты выходных значений.

Анализ нечетких методов принятия решений позволяет сформулировать требования к дальнейшим разработкам в этой области. Это развитие теоретических подходов к описанию сложных взаимоотношений между критериями, более широкое применение интеллектуальных методов на основе нечеткой логики, а также развитие комбинированных методов принятия решений с использованием нечетких представлений.

Таким образом, внедрение новых информационных систем позволяет автоматизировать не только бухгалтерский учет, но и навести порядок в складском учете, в снабжении и реализации продукции, товаров, отслеживать договоры, быстрее рассчитывать заработную плату, своевременно сдавать отчетность. Информационные системы и организации имеют взаимное влияние друг на друга. С одной стороны ИС должны присоединиться к организации, чтобы обеспечить необходимой

[55] 2. Алексеев А.В., Меркурьева Г.В. Обработка нечеткой информации, – М: Радио и связь. 1995. – 305с.

информацией важные группы внутри организации, и повысить эффективность работы самого предприятия. В то же время организация должна сознавать и открывать себя влияниям информационных систем, чтобы извлечь выгоду из новых технологий.

Список литературы

1. А. В. Алтухов Формирование нечетких правил типа Takagi-Sugeno по результатам нечеткой кластеризации..2008. С. 44-50(ВЕСТНИК ВГУ)
2. Алексеев А.В., Меркурьева Г.В. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений. – М: Радио и связь. 1995. – 305с.
3. Арет В.А., Байченко А.А., Байченко Л.А., Василенок В.Л. ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ // Международная научно-техническая конференция :Адаптация ведущих технологических процессов к пищевым машинным технологиям: сб.научн.тр -2012. - С. 4
4. Байченко А.А., Байченко Л.А. Изучение ценообразования плодово-ягодных нектаров на рынке России с помощью нечетких множеств // Международная Интернет-Конференция -2012. - Т. 1. - С. 36,37
5. Байченко А.А., Байченко Л.А. Использование нечетких множеств при определении цены профилактического нектара «Витанект» // Электронный научный журнал Экономика и экологический менеджмент - 2012. - № 1
6. Василевский Э. Информационные технологии: масштабы и эффективность использования // Мировая экономика и международные отношения. 2006. №5.
7. Вощинин А.П. Задачи анализа с неопределенными данными – интервальность и/или случайность? // Интервальная математика и распространение ограничений: Рабочие совещания. – МКВМ-2004, с. 159-160.
8. Деревянко П.М. Нечеткое моделирование деятельности предприятия и оценка риска принятия стратегических финансовых решений в условиях неопределенности // Современные проблемы прикладной информатики СПб.,2006 –14
9. Деревянко П.М. Нечетко-логический подход к формированию инвестиционного портфеля // Инструментальные методы в экономике: Сборник научных трудов. - СПб.: СПбГИЭУ, 2004. - с. 119-120.: Персональный сайт в Интернете. – Электрон. дан. – СПб.,
10. Деревянко П.М. Применение теории нечетких множеств в финансовом и инвестиционном анализе деятельности предприятия в условиях неопределенности // Менеджмент и экономика в творчестве

молодых исследователей ИНЖЭКОН - 2005. VIII научно-практическая конференция студентов и аспирантов СПбГИЭУ 19-20 апреля 2005 г

11. Деревянко П.М. Сравнение нечеткого и имитационного подхода к моделированию деятельности предприятия в условиях неопределенности // Современные проблемы экономики и управления народным хозяйством: Сб. научн. статей. Вып. 14. – СПб.: СПбГИЭУ, 2005. - с. 290-291

12. Е. В. Кочергин, Т. М. Леденева, А. В. Алтухов Об одном подходе к аппроксимации функции с помощью Систем Takagi-Sugeno. 2008. С. 74-77 (ВЕСТНИК ВГУ)

13. Ендови Д.А. Комплексный анализ и контроль финансовой деятельности: методология и практика /– М.: Финансы и статистика, 2008. - 200 с.

14. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1976. - 165 с.

15. Заде Л.А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений.- В кн.: Математика сегодня. - М.: Знание, 1974, с.30-36.

16. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной - М.: Мир, 1980. С.152

17. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. - Классика CS. 3-е изд. - СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2004. - 847 с. С.465

18. Количественные методы в экономических исследованиях / Под ред. М.В. Грачевой и др. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 791 с. С.378

19. Колодязная В.С., Байченко Л.А. Оптимизация рецептуры профилактического нектара «Витанект» с использованием нечетких множеств: Электронный научный журнал «Процессы и аппараты пищевых производств»— Санкт-Петербург: СПбГУНиПТ. — №1. — март 2012.

20. Кофман А., Хил Алуха Х. Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями: Пер. с исп. – Мн.: Высшая школа, 1992. - 224 с.

21. Кравец А.С. Природа вероятности. - М.: Мысль, 1976. - 173 с.

22. Лотфи Заде – 80 лет. - Новости Искусственного Интеллекта, №3, 2001, с. 3-6.

23. Мельничук Д.Б. Механизм оценки состояния системы стратегического управления предприятием// Менеджмент в России и за рубежом. № 2. - 2009. -56 с.

24. Моданов В.В. Некоторые вопросы правового обеспечения государственного финансового контроля. - М.: Изд-во «Известия Международной академии наук», № 4, 2007.

25. Мосейко В. Управление в структурах малого бизнеса: системно-конструктивистский подход // Проблемы теории и практики управления. 2004. - № 5.

26. Новак В., Перфильева И., Мочкрож И. Математические принципы нечёткой логики Mathematical Principles of Fuzzy Logic. — Физматлит, 2006. — 352 с.

27. Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. Изд-во ТГУ, 2008. - 349 с.

28. Турксен И.Б. О вкладе Лотфи Заде в современную науку и научное мировоззрение. - Новости Искусственного Интеллекта, №2-3, 2001, с. 12-15.

29. Яньков В.Ю. Лабораторный практикум по Маткаду . Модуль 3. Моделирование в Маткаде. -М.: МГУТУ, 2009.- с. 68.

30. Alexey Nedosekin. FUZZY FINANCIAL MANAGEMENT. Russia, Moscow, AFA Library, 2005

31. Buckley J.J. The Fuzzy Mathematics of Finance // Fuzzy Sets and Systems, 1987, N21, pp. 257-273.

32. Hua Wang Fuzzy Control Systems Design and Analysis: A Linear Matrix Inequality Approach., 2011

33. Hurwicz L. Optimality Criteria for Decision Making under Ignorance // Cowles commission papers, 1951, №370.

34. Kaufmann, Arnold, and Gupta, Madan M. Introduction to Fuzzy Arithmetic/ Thomson Computer Press, 1991.

35. Kosko, Bart. Fuzzy thinking / Hyperion, 1993.

36. Kosko, Bart. Neural Networks and Fuzzy Systems / Englewood Cliffs, NJ

37. Li Calzi M. Towards a General Setting for the Fuzzy Mathematics of Finance // Fuzzy Sets and Systems, 1990, №35, pp. 265-280.

38. McNeill, Daniel and Freiberger, Paul. Fuzzy Logic / Touchstone Rockefeller Center, 1993.

39. Uziel Sandler, Lev Tsitolovsky Neural Cell Behavior and Fuzzy Logic. Springer, 2008. — 478 с.

40. Ward T.L. Discounted Fuzzy Cashflow Analysis // Proceedings of Fall Industrial Engineering Conference, 1985, pp.476 –481.

41. Zadeh L.A. Fuzzy Sets // Information and Control, 1965, Vol.8, №3, pp. 338-353.

42. Zemankova-Leech, Maria, and Abraham Kandel. Fuzzy Relational Data Bases: A Key to Expert Systems / Cologne: Verlag TUV Rheinland, 1984.

43. А.И.Масалович. Этот нечеткий, нечеткий, нечеткий мир / PC Week/RE N.16,1995,стр.7

44. http://www.bitfinance.ru/?_openstat=ZGlyZWN0LnlhbmRleC5ydTs0NjUyNzc3OzY3MjYzNDkwO3lhbmRleC5ydTpwcmVtaXVt

45. http://www.victoria.lviv.ua/html/oio/html/theme11_rus.htm

46. http://www.1c.ru/rus/partners/ckp-rate-info.jsp?id=9541

47. http://matlab.exponenta.ru/seminar/default.php
48. Методы принятия управленческих решений // Ульяновский Государственный Технический Университет http://old.ulstu.ru/ people/ SOSNIN/ umk/ DecisionsSupport/ metod/ model.htm.
49. http://www.finansy.ru/eco/nao/#publ
50. http://www.classs.ru/stati/uchet/teoria_nechetkih_mnojestv/
51. http://www.dynsoft.ru/index.php
52. http://www.mathcad.com.ua/mathcad_links.php
53. http://www.managment.aaanet.ru/economics/fin-analiz-predpriyatii.php

Spisok literatury

1. A. V. Altuhov Formirovanie nechetkih pravil tipa Takagi-Sugeno po rezul'tatam nechetkoj klasterizacii..2008. S. 44-50(VESTNIK VGU)
2. Alekseev A.V., Merkur'eva G.V. Obrabotka nechetkoj informacii v sistemah prinjatija reshenij. – M: Radio i svjaz'. 1995. – 305s.
3. Aret V.A., Bajchenko A.A., Bajchenko L.A., Vasilenok V.L. INNOVACIONNYE REShENIJa TEHNOLOGIChESKIH ZADACh // Mezhdunarodnaja nauchno-tehnicheskaja konferencija :Adaptacija vedushhih tehnologicheskih processov k pishhevym mashinnym tehnologijam: sb.nauchn.tr -2012. - S. 4
4. Bajchenko A.A., Bajchenko L.A. Izuchenie cenoobrazovanija plodovo-jagodnyh nektarov na rynke Rossii s pomoshh'ju nechetkih mnozhestv // Mezhdunarodnaja Internet-Konferencija -2012. - T. 1. - S. 36,37
5. Bajchenko A.A., Bajchenko L.A. Ispol'zovanie nechetkih mnozhestv pri opredelenii ceny profilakticheskogo nektara «Vitanekt» // Jelektronnyj nauchnyj zhurnal Jekonomika i jekologicheskij menedzhment - 2012. - № 1
6. Vasilevskij Je. Informacionnye tehnologii: masshtaby i jeffektivnost' ispol'zovanija // Mirovaja jekonomika i mezhdunarodnye otnoshenija. 2006. №5.
7. Voshhinin A.P. Zadachi analiza s neopredelennymi dannymi – interval'nost' i/ili sluchajnost'? // Interval'naja matematika i rasprostranenie ogranichenij: Rabochie soveshhanija. – MKVM-2004, s. 159-160.
8. Derevjanko P.M. Nechetkoe modelirovanie dejatel'nosti predprijatija i ocenka riska prinjatija strategicheskih finansovyh reshenij v uslovijah neopredelennosti // Sovremennye problemy prikladnoj informatiki SPb.,2006 –14
9. Derevjanko P.M. Nechetko-logicheskij podhod k formirovaniju investicionnogo portfelja // Instrumental'nye metody v jekonomike: Sbornik nauchnyh trudov. - SPb.: SPbGIJeU, 2004. - s. 119-120.: Personal'nyj sajt v Internete. – Jelektron. dan. – SPb.,

10. Derevjanko P.M. Primenenie teorii nechetkih mnozhestv v finansovom i investicionnom analize dejatel'nosti predprijatija v uslovijah neopredelennosti // Menedzhment i jekonomika v tvorchestve molodyh issledovatelej INZhJeKON - 2005. VIII nauchno-prakticheskaja konferencija studentov i aspirantov SPbGIJeU 19-20 aprelja 2005 g

11. Derevjanko P.M. Sravnenie nechetkogo i imitacionnogo podhoda k modelirovaniju dejatel'nosti predprijatija v uslovijah neopredelennosti // Sovremennye problemy jekonomiki i upravlenija narodnym hozjajstvom: Sb. nauchn. statej. Vyp. 14. – SPb.: SPbGIJeU, 2005. - s. 290-291

12. E. V. Kochergin, T. M. Ledeneva, A. V. Altuhov Ob odnom podhode k approksimacii funkcii s pomoshh'ju Sistem Takagi-Sugeno. 2008. S. 74-77 (VESTNIK VGU)

13. Endovi D.A. Kompleksnyj analiz i kontrol' finansovoj dejatel'nosti: metodologija i praktika /– M.: Finansy i statistika, 2008. - 200 s.

14. Zade L. A. Ponjatie lingvisticheskoj peremennoj i ego primenenie k prinjatiju priblizhennyh reshenij: Per. s angl. – M.: Mir, 1976. - 165 s.

15. Zade L.A. Osnovy novogo podhoda k analizu slozhnyh sistem i processov prinjatija reshenij.- V kn.: Matematika segodnja. - M.: Znanie, 1974, s.30-36.

16. Zade L.A. Ponjatie lingvisticheskoj peremennoj - M.: Mir, 1980. S.152

17. Kel'ton V., Lou A. Imitacionnoe modelirovanie. - Klassika CS. 3-e izd. - SPb.: Piter; Kiev: Izdatel'skaja gruppa BHV, 2004. - 847 s. S.465

18. Kolichestvennye metody v jekonomicheskih issledovanijah / Pod red. M.V. Grachevoj i dr. – M.: JuNITI-DANA, 2004. – 791 s. S.378

19. Kolodjaznaja V.S., Bajchenko L.A. Optimizacija receptury profilakticheskogo nektara «Vitanekt» s ispol'zovaniem nechetkih mnozhestv: Jelektronnyj nauchnyj zhurnal «Processy i apparaty pishhevyh proizvodstv»— Sankt-Peterburg: SPbGUNiPT. — №1. — mart 2012.

20. Kofman A., Hil Aluha H. Vvedenie teorii nechetkih mnozhestv v upravlenii predprijatijami: Per. s isp. – Mn.: Vysshaja shkola, 1992. - 224 s.

21. Kravec A.S. Priroda verojatnosti. - M.: Mysl', 1976. - 173 s.

22. Lotfi Zade – 80 let. - Novosti Iskusstvennogo Intellekta, №3, 2001, s. 3-6.

23. Mel'nichuk D.B. Mehanizm ocenki sostojanija sistemy strategicheskogo upravlenija predprijatiem// Menedzhment v Rossii i za rubezhom. № 2. - 2009. -56 s.

24. Modanov V.V. Nekotorye voprosy pravovogo obespechenija gosudarstvennogo finansovogo kontrolja. - M.: Izd-vo «Izvestija Mezhdunarodnoj akademii nauk», № 4, 2007.

25. Mosejko V. Upravlenie v strukturah malogo biznesa: sistemno-konstruktivistskij podhod // Problemy teorii i praktiki upravlenija. 2004. - № 5.

26. Novak V., Perfil'eva I., Mochkrozh I. Matematicheskie principy nechjotkoj logiki Mathematical Principles of Fuzzy Logic. — Fizmatlit, 2006. — 352 s.

27. Semuhin M.V. Modeli i algoritmy prinjatija reshenij v nechetkih uslovijah. Izd-vo TGU, 2008. - 349 s.

28. Turksen I.B. O vklade Lotfi Zade v sovremennuju nauku i nauchnoe mirovozzrenie. - Novosti Iskusstvennogo Intellekta, №2-3, 2001, s. 12-15.

29. Jan'kov V.Ju. Laboratornyj praktikum po Matkadu . Modul' 3. Modelirovanie v Matkade. -M.: MGUTU, 2009.- s. 68.

30. Alexey Nedosekin. FUZZY FINANCIAL MANAGEMENT. Russia, Moscow, AFA Library, 2005

31. Buckley J.J. The Fuzzy Mathematics of Finance // Fuzzy Sets and Systems, 1987, N21, pp. 257-273.

32. Hua Wang Fuzzy Control Systems Design and Analysis: A Linear Matrix Inequality Approach., 2011

33. Hurwicz L. Optimality Criteria for Decision Making under Ignorance // Cowles commission papers, 1951, №370.

34. Kaufmann, Arnold, and Gupta, Madan M. Introduction to Fuzzy Arithmetic/ Thomson Computer Press, 1991.

35. Kosko, Bart. Fuzzy thinking / Hyperion, 1993.

36. Kosko, Bart. Neural Networks and Fuzzy Systems / Englewood Cliffs, NJ

37. Li Calzi M. Towards a General Setting for the Fuzzy Mathematics of Finance // Fuzzy Sets and Systems, 1990, №35, pp. 265-280.

38. McNeill, Daniel and Freiberger, Paul. Fuzzy Logic / Touchstone Rockefeller Center, 1993.

39. Uziel Sandler, Lev Tsitolovsky Neural Cell Behavior and Fuzzy Logic. Springer, 2008. — 478 s.

40. Ward T.L. Discounted Fuzzy Cashflow Analysis // Proceedings of Fall Industrial Engineering Conference, 1985, pp.476 –481.

41. Zadeh L.A. Fuzzy Sets // Information and Control, 1965, Vol.8, №3, pp. 338-353.

42. Zemankova-Leech, Maria, and Abraham Kandel. Fuzzy Relational Data Bases: A Key to Expert Systems / Cologne: Verlag TUV Rheinland, 1984.

43. A.I.Masalovich. Jetot nechetkij, nechetkij, nechetkij mir / PC Week/RE N.16,1995,str.7

44. http://www.bitfinance.ru/?_openstat=ZGlyZWN0LnlhbmRleC5ydTs0NjUyNzc3OzY3MjYzNDkwO3lhbmRleC5ydTpwcmVtaXVt

45. http://www.victoria.lviv.ua/html/oio/html/theme11_rus.htm

46. http://www.1c.ru/rus/partners/ckp-rate-info.jsp?id=9541

47. http://matlab.exponenta.ru/seminar/default.php

48. Metody prinjatija upravlencheskih reshenij // Ul'janovskij Gosudarstvennyj Tehnicheskij Universitet http://old.ulstu.ru/ people/ SOSNIN/ umk/ DecisionsSupport/ metod/ model.htm.
49. http://www.finansy.ru/eco/nao/#publ
50. http://www.classs.ru/stati/uchet/teoria_nechetkih_mnojestv/
51. http://www.dynsoft.ru/index.php
52. http://www.mathcad.com.ua/mathcad_links.php
53. http://www.managment.aaanet.ru/economics/fin-analiz-predpriyatii.php

УДК 623.459:351.753:66.045.12:504.3.054

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОГО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Буряк И.В., iraburyak@yandex.ru
Рахманов Ю.А. , rahmanovua2010@gmail.com
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики,
Институт холода и биотехнологий

Рассмотрены особенности технологии высокотемпературного термоокислительного обезвреживания хлорсодержащих отходов с использованием методов «мокрой», адсорбционной, каталитической очистки отходящих газов от диоксинов. Приведены рекомендации по рекуперации теплоты технологического процесса.

Ключевые слова: хлорсодержащие отходы, диоксины, термоокислительное обезвреживание, «мокрая» очистка, адсорбция, катализ, рекуператор

FEATURES ENERGY SAVING TECHNOLOGY AND THERMAL-OXIDATIVE DEACTIVATION OF CHLORINATED WASTES

Buryak I.V., iraburyak@yandex.ru
Rachmanov Y.A., rahmanovua2010@gmail.com
St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics,
Institute of Refrigeration and biotechnology

The features of the technology of high-thermal-oxidative deactivation of chlorinated waste using methods of "wet", adsorption, catalytic purification of

exhaust gases from dioxins. The recommendations for the heat recovery of the process.

Keywords: chlorinated wastes, dioxins, thermo-oxidative decontamination, "wet" cleaning, adsorption, catalysis, recuperator

Одним из наиболее эффективных и универсальных методов ликвидации хлорсодержащих отходов является их термоокислительное обезвреживание, одним из недостатков которого является наличие супертоксикантов – диоксинов (полихлорированных производных дибензо-п-диоксины (ПХДД) и фуранов (ПХДФ)) как в отходящих дымовых газах, так и в твердых остатках [1].

В соответствии с экологическими стандартами Евросоюза содержание диоксинов в отходящих газах установок по сжиганию отходов не должно превышать 0,1 мг эквивалента токсичности (ЭТ) смеси полихлорированных бифенилов и дибензо-n- диоксинов и дибензофуранов на 1 $м^3$ отходящих газов [2]. Предельно допустимые концентрации не должны превышать 0,5 $пг/м^3$ [3].

Для предотвращения образования диоксинов необходимо обеспечение полной деструкции и окисления органических компонентов в термическом реакторе при температуре $t \geq 1500$ К, соблюдая время пребывания не менее 2 с при 6% избытке кислорода в газовой смеси. Для подавления «нового синтеза ПХДД по тракту охлаждения дымовых газов помимо содержания концентрации органических веществ $C_{орг}$ находит применение закалка (быстрое охлаждение) высокотемпературных газов путем впрыскивания воды, что позволяет практически мгновенно пройти температурный коридор 600 – 400 К. Время пребывания должно быть не более 1с [4]. Такой процесс реализуется при мокрой очистке отходящих газов в скруббере с использованием щелочного раствора.

Ступень сорбционной фильтрации может быть выполнена в виде адсорбционной шахты, заполненной активированным углем, или состоять из двух блоков, в первый из которых (газоход или реактор) впрыскивается смесь активированного угля и гидроокиси кальция, а во втором (тканевый, рукавный фильтр) осуществляется улавливание сухой пыли и адсорбция диоксинов. В реакторе может быть реализован взвешенный кипящий слой, в который постоянно поступает указанная смесь реагентов, циркулирующая между реактором и фильтром и периодически заменяющаяся новым адсорбентом.

Смесь активированного угля и гидроокиси кальция имеет важное преимущество перед адсорбентом – активированным углем. Кроме свойства связывания загрязнителей, гидрат окиси кальция имеет еще одно положительное свойство – значительное увеличение температуры начала разогрева угля в смеси, что важно для безопасности процесса и дает возможность повысить температуру стадии улавливания до 240^oC [5].

Поддержание высоких температур процесса термоокислительного обезвреживания требует значительных энергетических затрат как теплоты сгорания самих отходов, так и дополнительного топлива.

Снизить или компенсировать энергетические затраты на технологические нужды можно путем рекуперации теплоты охлаждения дымовых газов в интервале температур 1500 – 400 К.

При использовании испарительного скруббера для охлаждения и очистки газов в интервале температур 700 – 400 К предварительное охлаждение газов от 1500 К до 700 К можно осуществить в котле-утилизаторе для получения пара или горячей воды, используемых на объектах потребления. При этом полученный пар можно с помощью паровых двигателей (когенерационных установок) [6] применить для получения теплоты, механической и электрической энергии и т.д.

При использовании каталитических методов очистки в котле-утилизаторе можно более полно использовать теплоту охлаждения газов в интервале температур 1500 – 400 К.

Теплоту охлаждения дымовых газов также можно полезно использовать для подогрева воздуха в пластинчатых теплообменниках [7,8], допускающих температуру теплоносителя от 500 до 1400 К и возможность очистки и самоочистки газо-воздушного тракта рекуператора. Полученный горячий воздух может быть использован как в самом процессе термического окисления, так и для объектов потребления.

Предварительные расчеты показывают, что за счет реализации вышеуказанных мероприятий можно до 50% компенсировать и снизить энергетические затраты на термоокислительное обезвреживание хлорсодержащих отходов.

Выбор технологии и методов рекуперации теплоты должен определяться в зависимости от конкретных действий производства.

Также для обезвреживания хлорсодержащих углеводородов (винилхлорид, хлорпарафины и пр.) может быть использован метод каталитического окисления кислородом воздуха. При этом хлоруглеводороды окисляются до безвредных продуктов (H_2O, CO_2) и относительно легкоутилизируемого HCl по суммарной реакции

$$C_xH_yCl_z + O_2 \Rightarrow CO_2 + H_2O + HCl \text{ [9]}$$

Для осуществления процесса могут быть использованы катализаторы на основе стекловолокнистых носителей (СВК).

Такие катализаторы представляют собой благородные металлы, введенные в весьма малых количествах (0,01 – 0,05% вес.) в кремнеземную стекломатрицу. Проведенные исследования показали, что эти материалы проявляют уникальные каталитические свойства в ряде химических реакций. Это, главным образом, обусловлено способностью стекловолокон стабилизировать в объеме стекломатрицы высокодисперсные состояния переходных металлов (< 1нм).

Общей специфической чертой вариантов, реализующих поперечное протекание смеси через полотно катализатора, является их высокая фильтрующая способность по отношению к твердым и жидкокапельным примесям, которые могут содержаться в газообразном реакционном потоке, причем технологические последствия этой особенности при дожиге газов, содержащих окисляемые твердые и жидкие примеси, являются несомненным преимуществом.

На пилотной установке номинальной мощностью до 5 кг отходов в час на площадке Волгоградского филиала Института катализа СО РАН были проведены опыты по окислительной деструкции жидких хлорорганических отходов, которые являются частным случаем процесса глубокого окисления органических примесей в слоях СВК. При тестовой переработке кубовых остатков ректификации винилиденхлорида была достигнута реальная мощность установки по отходам до 8 кг/час, при этом остаточная концентрация исходных хлоруглеводородов в отходящих газах не превышала 0,05% об., а образования токсичных продуктов их неполного окисления (CO, элементарный хлор, фосген, диоксины) замечено не было. [10]

В настоящее время также популярность набирает материал ADIOX® — продукт, предназначенный для удаления диоксинов из дымовых газов, разработанный шведской фирмой «Гётаверкен Мильо» совместно с исследовательской лабораторией «Центр научных исследований», Карлсруэ (Германия).

Его принцип действия заключается в том, что путём диспергирования частиц угля внутри пластика создаётся материал для резкого уменьшения содержания диоксинов в дымовых газах. Попадая в материал ADIOX®, молекула диоксина прилипает к поверхности угольной частицы и не высвобождается при изменении концентрации в газе или его температуры, таким образом, не вызывая «эффекта памяти». [11,12]

Таким образом, реализация технологий по организации технологического процесса и аппаратурному его оформлению позволят осуществить обезвреживание диоксинов, поступающих с отходами на термическую переработку, и предотвратить их синтез в технологическом процессе.

Список литературы

1. Р.И. Первунина, А.В. Коноплев, Н.Б. Сенилов НПО «Тайфун» В.В. Челюканов. К инвентаризации выбросов диоксинов на территории России. // Экология производства, 2006 № 9, с 40-46.
2. Ю.А.Трегер, Л.М. Карташов, Н.Ф. Кришталь. Основные хлорорганические растворители. – М.: Химия, 1984. – 224 с.
3. Ладыгин К.В., Осветицкая Н.Д., Рахманов Ю.А. К вопросу предварительной оценки и методов снижения диоксинов в отходящих газах

установок термоокислительного обезвреживания медицинских отходов // Научный журнал НИУ ИТМО: Серия «Экономика и экологический менеджмент». – №1. – март 2014.
4. Шелепчиков А.А. Загрязнения окружающей среды полихлорированными дибензо-п-диоксинами и диоксиноподобными веществами // http://www.dioxin.ru/history/dioxin-info.htm
5. Бернадинер И.М. Диоксины и другие токсиканты при высокотемпературной переработке и обезвреживании отходов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 47 с.
6. И.С. Трохин. Современные паровые машины и энергосбережение в малой энергетике // Журнал Энергосбережение, 2013 г. № 3
7. Бурокова А.В., Рахманов Ю.А. К вопросу рекуперации теплоты газов печей термообработки металлических изделий // Научный журнал НИУ ИТМО: Серия «Экономика и экологический менеджмент». – №1. – март 2014.
8. Злотин В.Е., Злотин Д.В., Калинин Н.М. Эффективные рекуператоры тепла нового поколения. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=2428
9. А.Н. Загоруйко, Б.С. Бальжинмаев. Каталитические процессы на основе стекловолокнистых катализаторов. Химическая промышленность сегодня, 2011, № 2, с.2-11
10. А.Н. Загоруйко, Б.С. Бальжинмаев, А.М. Бескопытный, А.П. Коваленко, С.А. Сергеев, Е.П. Гордон. Пилотные испытания процесса окислительной каталитической деструкции хлорорганических отходов. // Тезисы докладов Всероссийской конференции с международным участием «Каталитические технологии защиты окружающей среды для промышленности и транспорта», Санкт-Петербург, 11-14 декабря 2007г., с. 198-199.
11. Безопасные технологии: материал ADIOX® – [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.zaobt.ru/solutions/waste/adiox/ (дата обращения 16.11.2014)
12. Петров В.Г. Исследование термодинамики реакций полибромированных дибензо- п-диоксинов и дибензофуранов в установках по сжиганию отходов. Вестник Удмуртского университета, 2013, выпуск 1, с 22-27

Spisok literatury

1. R.I. Pervunina, A.V. Konoplev, N.B. Senilov NPO «Tayfun» V.V. Chelyukanov. K inventarizatsii vyibrosov dioksinov na territorii Rossii. // Ekologiya proizvodstva, 2006 # 9, s 40-46.
2. Yu.A.Treger, L.M. Kartashov, N.F. Krishtal. Osnovnyie hlororganicheskie rastvoriteli. – M.: Himiya, 1984. – 224 s.

3. Ladyigin K.V., Osvetitskaya N.D., Rahmanov Yu.A. K voprosu predvaritelnoy otsenki i metodov snizheniya dioksinov v othodyaschih gazah ustanovok termookislitelnogo obezvrezhivaniya meditsinskih othodov // Nauchnyiy zhurnal NIU ITMO: Seriya «Ekonomika i ekologicheskiy menedzhment». – #1. – mart 2014.
4. Shelepchikov A.A. Zagryazneniya okruzhayuschey sredyi polihlorirovannyimi dibenzo-p-dioksinami i dioksinopodobnyimi veschestvami // http://www.dioxin.ru/history/dioxin-info.htm
5. Bernadiner I.M. Dioksinyi i drugie toksikantyi pri vyisokotemperaturnoy pererabotke i obezvrezhivanii othodov. – M.: Izdatelskiy dom MEI, 2007. – 47 s.
6. I.S. Trohin. Sovremennyie parovyie mashinyi i energosberezhenie v maloy energetike // Zhurnal Energosberezhenie, 2013 g. # 3
7. Burokova A.V., Rahmanov Yu.A. K voprosu rekuperatsii teplotyi gazov pechey termoobrabotki metallicheskih izdeliy // Nauchnyiy zhurnal NIU ITMO: Seriya «Ekonomika i ekologicheskiy menedzhment». – #1. – mart 2014.
8. Zlotin V.E., Zlotin D.V., Kalinin N.M. Effektivnyie rekuperatoryi tepla novogo pokoleniya. – [Elektronnyiy resurs]. Rezhim dostupa: http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=2428
9. A.N. Zagoruyko, B.S. Balzhinmaev. Kataliticheskie protsessyi na osnove steklovoloknistyih katalizatorov. Himicheskaya promyishlennost segodnya, 2011, # 2, s.2-11
10. A.N. Zagoruyko, B.S. Balzhinmaev, A.M. Beskopyitnyiy, A.P. Kovalenko, S.A. Sergeev, E.P. Gordon. Pilotnyie ispyitaniya protsessa okislitelnoy kataliticheskoy destruktsii hlororganicheskih othodov. // Tezisyi dokladov Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnyim uchastiem «Kataliticheskie tehnologii zaschityi okruzhayuschey sredyi dlya promyishlennosti i transporta», Sankt-Peterburg, 11-14 dekabrya 2007g., s. 198-199.
11. Bezopasnyie tehnologii: material ADIOX® – [Elektronnyiy resurs]. Rezhim dostupa: http://www.zaobt.ru/solutions/waste/adiox/ (data obrascheniya 16.11.2014)
12. Petrov V.G. Issledovanie termodinamiki reaktsiy polibromirovannyih dibenzo- p-dioksinov i dibenzofuranov v ustanovkah po szhiganiyu othodov. Vestnik Udmurtskogo universiteta, 2013, vyipusk 1, s 22-27

УДК 628.171.033:504.4.062.2

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ СИСТЕМ ВОДОПОДГОТОВКИ

Волосова А.С., volosalina@mail.ru
Рахманов Ю.А., rahmanovua2010@gmail.com
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики,
Институт холода и биотехнологий

Рассмотрены цели водоснабжения и схема очистки воды. Приведены основные этапы работ по внедрению энергосберегающих технологий и оптимальные методы энергосбережения.

Ключевые слова: энергосбережение, водоканал, водоснабжение, оптимальные методы энергосбережения, бустерный аппарат, регулируемый электропривод

ENERGY EFFICIENCY OF WATER TREATMENT SYSTEMS

Volosova A.S., volosalina@mail.ru
Rachmanov Y.A., rahmanovua2010@gmail.com
St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics,
Institute of Refrigeration and biotechnology

Considered the provision of water and water purification scheme. The main stages of work on the introduction of energy saving technologies and best practices for energy efficiency.

Keywords: energy, vodokanal, water supply, energy conservation best practices, booster unit, regulated electric

Энергосбережение (экономия энергии) — это реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное (рациональное) использование (и экономное расходование) топливно-энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии. Энергосбережение — важная задача по сохранению природных ресурсов. Сбережение энергии является разницей между потреблением в базовом периоде и потреблением энергии после внедрения проекта энергосбережения [1].

Водоканал — название коммунального предприятия, занимающегося водоснабжением и канализацией в ряде городов.

Водоснабжение — это подача поверхностных или подземных вод водопотребителям в требуемом количестве и в соответствии с целевыми показателями качества воды в водных объектах. Инженерные сооружения, предназначенные для решения задач водоснабжения, называют системой водоснабжения или водопровод [2].

Цели водоснабжения:

Вода расходуется потребителями на самые разные нужды. Большая часть этих расходов может быть отнесена к трем основным категориям:

- расход на хозяйственно-питьевые нужды (питье, приготовление пищи, умывание, стирка, поддержание чистоты жилищ и т. д.),
- расход на производственные нужды (расход предприятиями промышленности, транспорта, энергетики, сельского хозяйства и т. д.),
- расход для пожаротушения.

Система водоснабжения представляет собой комплекс сооружений для обеспечения определенной группы потребителей водой в требуемых количествах и требуемого качества. Кроме того, система водоснабжения должна обладать определенной степенью надежности, т е обеспечивать снабжение потребителей водой без недопустимого снижения установленных показателей своей работы в отношении количества или качества подаваемой воды. При подаче воды учитывают её качество, например, к питьевой воде предъявляются требования СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» [3,4].

Схема очистки воды состоит из следующих процессов:

- забор воды из поверхностного источника
- подъем воды из шахт водоприемных колодцев насосными аппаратами;
- транспортировка воды по водоводам на очистные сооружения;
- процесс водоподготовки воды на очистных сооружениях, на одноступенчатой и двухступенчатой схемам очистки с применением реагентов;
- сбор и хранение питьевой воды в резервуарах чистой воды;
- забор воды из резервуаров чистой воды насосными аппаратами, вторичное обеззараживание воды УФО и подача воды в городскую сеть с заданным напором [5].

В условиях нестабильности и реформирования, коммунальной и энергетической отрасли, вопросы внедрения энергосберегающих технологий являются актуальными. Одной из главных задач в современном мире является экономия энергоносителей и электроэнергии, а также улучшение экологической обстановки. Высокие темпы роста потребления электроэнергии в отличие от других видов энергоносителей, это стимул развития экономики, внедрение ресурсосберегающих технологий, повышении уровня автоматизации и регулирования производственных процессов. Такие технологические аппараты, как насосы, вентиляторы, компрессоры, центрифуги в электроэнергетике, промышленности, тепло- и водоснабжении городов и поселков, сельском хозяйстве и прочих отраслях, оснащены нерегулируемым электроприводом на основе асинхронных двигателей, являются наиболее массовыми и энергоемкими.

Одно из самых перспективных решений по энергосбережению - переход от нерегулируемого асинхронного электропривода к электроприводу с регулируемой частотой вращения, что позволяет не только снизить потребление электроэнергии, а также уменьшить износ технологического и электрического оборудования, повысить надежность его эксплуатации, увеличить ресурс. Вместе с этим появляется возможность повысить уровень автоматизации и гибко использовать компьютерное управление.

Основные этапы работ по внедрению энергосберегающих технологий:

1)обследование объекта

2)расчет экономической эффективности

3)энергосберегающих мероприятий

4)формирование программы повышения энергетической эффективности

5)разработка организационных и технических мер, направленных на повышение энергоэффективности предприятия

6)внедрение системы энергоменеджмента и мониторинг энергопотребления.

Причинами малого объема использования мощных регулируемых электроприводов в России являются недостаточное внимание к эффективности энергосбережения, а также практически захват российского рынка преобразователей частоты дорогостоящей продукцией иностранных компаний. Одним из выходов из создавшегося положения состоит в развитии и поддержке отечественного производства регулируемых электроприводов [6].

Оптимальные методы энергосбережения

1.Замена консольных насосов бустерными. В последнее время в употребляются экономичные и бесшумные (аналоги консольным аппаратами) — бустерные насосы. Он представляет собой герметичный корпус, в котором размещен погружной электронасосный аппарат. Благодаря своим конструктивным особенностям, не требуется центровка, так как она выполнена на заводе, также не требуется прочный фундамент и техническое обслуживание. Подшипники бустерных агрегатов смазываются водой, не загрязняя воду.

Бустерный аппарат герметичен и лишен. Использование погружного электродвигателя позволяет ему работать неограниченное время в затопленном помещении, после устранения аварии агрегат не требует профилактических работ и внешнего осмотра.

Соответствие агрегата требованиям системы водоснабжения означает, что он должен подавать нужное количество воды и создавать требуемое давление.

В настоящее время существует большое разнообразие бустерных агрегатов с широким диапазоном подач и напоров. И даже если требуется агрегат с заданными подачами серийно не выпускаемыми, то существует возможность изготовить аппарат.

2. Снижение стоимости электрической энергии, за счет установки новых, более точных счетчиков, а так же выбора оптимально тарифа.

В качестве альтернативы могут быть использованы собственные источники энергии, а так же можно рассматривать использование нетрадиционных источников энергии.

Также основными направлениями в работе по энергосбережению являются: чёткий контроль за расходом топливно-энергетических ресурсов, анализ динамики изменения потребления электроэнергии каждым объектом, который должен проводиться специалистами предприятия, энергетический и технологический аудит всего оборудования, а также проводить мониторинг технологического оборудования состоящий из, проведения входного контроля, испытания вновь приобретенного и отремонтированного оборудования на стендах (с построением графиков, характеристик и определением оптимального режима эксплуатации), подбор оборудования с заданными параметрами для конкретных объектов

Необходима установка частотно-регулируемых приводов и систем плавного пуска двигателей на станциях второго и третьего подъёмов воды [7].

3. Использование оборудования эффективно лишь при полной загрузке в часы максимального водопотребления, а в остальное время оно приводит к нерациональному использованию электроэнергии, которое может достигать 50% от общего количества затрачиваемое электроэнергии. В связи с этим, очевидна необходимость разработки и внедрения экономичных режимов работы оборудования. При снижении водопотребления, насос должен переходить в режим повышения напора, соответственно будет возрастать давление в сети, и обслуживающему персоналу следует предпринять регулирующие действия, направленные на стабилизацию давления в сети.

4. Проведение реконструкций старых городских водозаборов, что позволяет сократить количество жалоб на качество воды, поступающих от потребителей. Установка автоматизированного, современного оборудования. Для освещения производственных помещений и территории следует использовать только энергосберегающие осветительные приборы и оборудование [8].

5. Проводить программу по оснащению индивидуальных домов и квартир приборами учета расхода холодной и горячей воды, в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической

эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" [9].

Рассмотрение ситуации на современных системах водоподготовки на примере Санкт-Петербурга

На одном выступлении гендиректор ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» Феликс Кармазинов отметил что, «простое увеличение тарифа, без увеличения эффективности использования финансовых средств, не приведет к успеху»

По мнению специалистов, необходимо повышать энергоэффективность предприятий, снижая потребление электроэнергии. Около 20% мирового потребления электроэнергии приходится на насосы, но при этом от 40% до 60% этой энергии может быть сохранено. Необходимо только установить современное оборудование.

В последнее время объем воды снизился из-за снижения объемов промышленности и массовой установки счётчиков на воду, и как следствие — экономия воды населением. В начале 1990-х годов подача воды в город достигала 3,3 млн м куб./сут, а по итогам 2012 года — 1,85 млн м куб./сут, это привело к тому, что основное энергетическое оборудование, построенное с учетом проектных завышенных расходов и нормативов 1960–1970-х гг, стало работать в неоптимальных гидравлических режимах. Возросла энергоемкость технологических процессов систем водоснабжения и водоотведения. Для регулирования подачи воды высоковольтными насосными агрегатами были применены гидромуфты, позволяющие изменять число оборотов насоса при неизменном числе оборотов электродвигателя. С 1998 года для регулирования производительности насосных агрегатов начали внедрять преобразователи частоты. За счет применения частотного регулирования насосных агрегатов удалось полностью исключить дросселирование, повысить КПД насосов, снизить степень износа запорной арматуры, а также на 20% сократить энергопотребление.

Для внедрения автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учёта электроэнергии. На объектах были выполнены все необходимые метрологические мероприятия и получен сертификат об утверждении типа средств измерений. Доля потребления электрической энергии этими объектами превышает 85% всего объема потребления электрической энергии ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» [10].

Использованная литература

1. Инженерно-изыскательная компания «Вентопроф»: водоснабжение [электронный ресурс]: сайт. – URL:http://www.vento-prof.ru/Vodosnabzhenie.html(дата обращения 8.11.2014)

2. Н.Н. Абрамов. Водоснабжение. – М., Стройиздат, 1974. – 480 с.
3. Водохозяйственный словарь. — М., 1974
4. Порядин А. Ф. Водоснабжение в Сибири: (Исторический очерк). — Л.: Стройиздат, 1983. — 136 с. — Библиогр.: с. 130—133
5. Строительный портал EstateLine: Российским водоканалам нужны инвестиции и энергосбережение [электронный ресурс]: сайт. – URL:http://www.estateline.ru/articles/1974(дата обращения 4.11.2014)
6. Центр энергосберегающих технологий: Новочебоксарский «Водоканал» встал на путь ресурсо- и энергосбережения[электронный ресурс]: сайт. – URL:http://www.innokor.ru/news/467--lr-.html(дата обращения 1.11.2014)
7. Северо-Западный информационный центр «Энергоэффективность и ресурсосбережение»: Управление энергоэффективностью на Петербургском Водоканале [электронный ресурс]: сайт. – URL:http://www.spbenergo.com/tehno/1775-vodokanal.html(дата обращения 1.11.2014)
8. Иващенко Г.И., Моисеев А.В., Риффель Е.В., Шевчук С.В., Якимов С.Ю, Фурманова Ю.И. Комплексный подход к оптимизации работы системы подачи и распределения воды г.Омска. – М., Журнал ВСТ №6, 2011
9. Правовед.RU: установка счетчиков на воду [электронный ресурс]: сайт. – URL:http://pravoved.ru/question/366637/(дата обращения 1.11.2014)
10. Водоканал Барановичи: энергосбережение [электронный ресурс]: сайт. – URL:http://www.veda.by/about-energo.htm(дата обращения 1.11.2014)

Ispolzovannaya literatura

1. Inzhenerno-izyiskatelnaya kompaniya «Ventoprof»: vodosnabzhenie [elektronnyiy resurs]: sayt. – URL:http://www.vento-prof.ru/Vodosnabzhenie.html(data obrascheniya 8.11.2014)
2. N.N. Abramov. Vodosnabzhenie. – M., Stroyizdat, 1974. – 480 s.
3. Vodohozyaystvennyiy slovar. — M., 1974
4. Poryadin A. F. Vodosnabzhenie v Sibiri: (Istoricheskiy ocherk). — L.: Stroyizdat, 1983. — 136 s. — Bibliogr.: s. 130—133
5. Stroitelnyiy portal EstateLine: Rossiyskim vodokanalam nuzhnyi investitsii i energosberezhenie [elektronnyiy resurs]: sayt. – URL:http://www.estateline.ru/articles/1974(data obrascheniya 4.11.2014)
6. Tsentr energosberegayuschih tehnologiy: Novocheboksarskiy «Vodokanal» vstal na put resurso- i energosberezheniya[elektronnyiy resurs]: sayt. – URL:http://www.innokor.ru/news/467--lr-.html(data obrascheniya 1.11.2014)
7. Severo-Zapadnyiy informatsionnyiy tsentr «Energoeffektivnost i resursosberezhenie»: Upravlenie energoeffektivnostyu na Peterburgskom Vodokanale[elektronnyiy resurs]: sayt. – URL:http://www.spbenergo.com/tehno/1775-vodokanal.html(data obrascheniya 1.11.2014)

8. Ivaschenko G.I., Moiseev A.V., Riffel E.V., Shevchuk S.V., Yakimov S.Yu, Furmanova Yu.I. Kompleksnyiy podhod k optimizatsii rabotyi sistemyi podachi i raspredeleniya vodyi g.Omska. – M., Zhurnal VST #6, 2011
9. Pravoved.RU: ustanovka schetchikov na vodu [elektronnyiy resurs]: sayt. – URL:http://pravoved.ru/question/366637/(data obrascheniya 1.11.2014)
10. Vodokanal Baranovichi: energosberezhenie [elektronnyiy resurs]: sayt. – URL:http://www.veda.by/about-energo.htm(data obrascheniya 1.11.2014)

УДК 637.52

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА КАРТОФЕЛЯ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ В КАРТОФЕЛЕОЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЕ

Канд. техн. наук Пальчиков А.Н. palchikov_anatoliy@mail.ru
Магистр Гурьев Е.В. evgen2901@gmail.com

Университет ИТМО
Институт холода и биотехнологий
921002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

На основе теоретических исследований процессов и оборудования при очистке картофеля обоснована идея сделать наждачную поверхность прерывистой и более прочной, как у картофелечистки KENWOOD A934. При этом повышается эффективность удаления кожицы и производительность машины.

Ключевые слова: очистка овощей, наждачная поверхность, повышение производительности, эффективность удаления.

WAYS TO IMPROVE THE QUALITY OF POTATOES AFTER TREATMENT IN KARTOFELEOČISTITEL′NOJ CAR.

Cand. Tech. of Sciences Palchikov A.N.
Master Guryev E.v.

ITMO Institute of refrigeration and biotechnologies 921002, St. Petersburg, UL. Lomonosov Street, 9

Based on the theoretical research of processes and equipment at peeling potatos is the idea of making an Emery surface intermittent and more solid as the KENWOOD A934 potato peelings. This increases the efficiency of removing skin and machine performance.

Keywords: cleaning vegetables, sand the surface, increasing the productivity, efficiency of removal.

Для очистки овощей в условиях малых и средних предприятий общественного питания используются очистительные машины с конусными или дисковыми абразивными рабочими поверхностями, представляющими собой твердую структуру, по своим свойствам похожую на наждачную бумагу. Поскольку в объеме очищаемых овощей наибольший удельный вес занимает картофель, такие машины для очистки корнеплодных овощей и картофеля носят название картофелечисток, хотя в них очищаются и другие овощи.

В процессе сдирания с клубней поверхностного слоя на абразивные рабочие органы подается вода, которая смывает с них и с клубней удаленные частицы верхнего слоя и уносит их за пределы рабочей камеры. При этом участки поверхности клубней многократно соприкасаются с абразивными поверхностями и, следовательно, сдирается не только кожура, но и часть самого клубня, что приводит к увеличению отходов. Для их снижения клубни должны быть откалиброваны, а очистку целесообразно прекращать, когда очищено 85—90 % клубней. Глазки, участки с вогнутой, механически и биологически поврежденной поверхностью дочищаются вручную. Это основа качественной очистки картофеля.

Принципиальное устройство картофелечисток может отличаться расположением электродвигателя — верхним (выше уровня рабочего органа) или нижним (ниже уровня рабочего органа) и формой самого рабочего органа — конической или дисковой. Схема с верхним расположением двигателя благодаря небольшой высоте удобна для настольной картофелечистки.

Картофелечистка — приспособление для чистки картофеля. На предприятиях общественного питания и в небольших овощеперерабатывающих производствах используются машины для очистки картофеля и овощей от кожуры.

Большой популярностью пользовались американские картофелечистки, появившиеся в начале XX столетия. Это были довольно громоздкие агрегаты, и пользоваться ими было крайне неудобно: чистка одной картофелины занимала около 15 минут. Несмотря на это многие с удовольствием приобретали диковинный механизм.

Сейчас картофелечистка гораздо проще. Она занимает меньше места, работает эффективно.

Сущность механического способа очистки состоит в том, что наружный покров картофеля сдирается о шероховатую поверхность рабочего органа и стенки рабочей камеры машины. При этом между поверхностью клубня, шероховатой поверхностью рабочего инструмента и стенками рабочей камеры должно быть относительное движение. В дисковых картофелеочистительных машинах большая часть клубней располагается у стенок рабочей камеры.

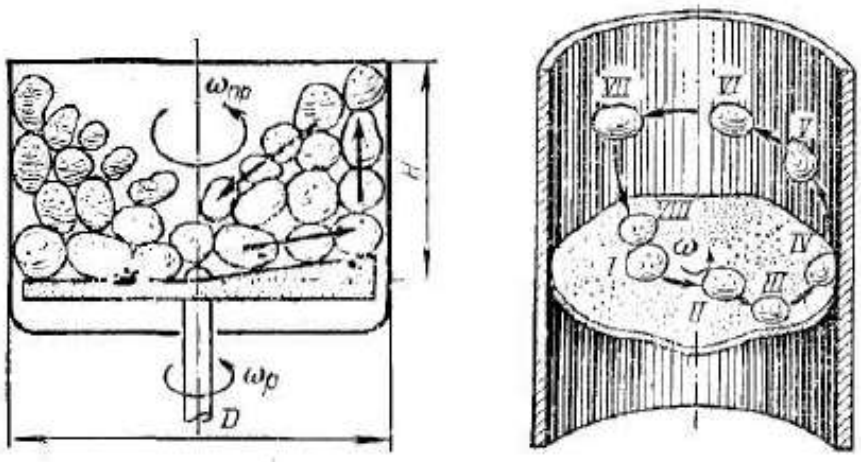


Рис. 1. Схема перемещения клубней в дисковой машине.

Клубни, расположенные на диске, продвигаются к стенкам и как бы выталкивают находящиеся около них клубни вверх. Этому способствуют расположенные на диске волны. Они поднимают находящийся у стенки рабочей каморы клубень, а под него попадает клубень, перемещающийся от центра диска к стенке. Попавшие в верхнее положение клубни скатываются по нижележащим в центральную часть диска. При этом вся масса клубней вращается в направлении движения диска. Каждый клубень интенсивно поворачивается вокруг своей оси тяжести, что в значительной мере способствует перемещению и равномерной очистке всех клубней. Траекторию движения отдельного клубня с некоторыми упрощениями можно описать в следующей последовательности. Клубень, упавший на центральную часть диска, начинает вращаться вместе с ним. По достижении определенной угловой скорости вращения клубень за счет центробежной силы отбрасывается на край диска. Прижимаясь к стенке рабочей камеры, клубень затормаживается, и его скорость становится меньше. Волна диска, имеющая максимальную высоту у края диска, настигает клубень, ударяет его и проворачивает. В этот момент происходит интенсивное сдирание кожицы с поверхности клубня. При этом волна сообщает клубню движение в сторону вращения диска. Проходя под клубнем, волна поднимает его вверх. Этому способствуют также соседние клубни, находящиеся на диске. Они как бы вытесняют клубни, находящиеся у стенки. При этом они интенсивно поворачиваются, и вся масса клубней вращается. Вращаясь вдоль стенки рабочей камеры, клубень теряет свою скорость и его центробежной силы оказывается недостаточно для прижатия к стенке, в результате чего клубень скатывается в центр диска. Траектория его движения направлена вниз по спирали. Происходит как бы закручивание верхнего слоя клубней в центральную часть диска. Одной из возможностей совершенствования процесса очистки картофеля в

камерах картофелеочистительных машин периодического действия является замена боковых вставок из сплошного абразива на вставки с прерывистым нанесением абразива. Методика прерывистого шлифования, апробированная в области обработки металлов, позволяет сократить энергозатраты, увеличить время работы абразивов без засаливания, улучшить качество очистки сырья, а также снизить материалоемкость и трудоемкость изготовления рабочих органов.

Подобные покрытия рабочих органов состоят из подложки с закрепленными на ней полосами терочных элементов. При приведении рабочих органов в движение корнеплоды начинают перемещаться относительно покрытия и прижиматься под действием силы тяжести и центробежной силы к терочным элементам, которые надежно удерживаются на подложке посредством слоя из электропроводного материала. Остро выступающими гранями абразивных частиц терочные элементы снимают с корнеплодов тонкий слой кожуры. Проходя последовательно все абразивные полосы одну за другой, клубни очищаются от кожуры. При этом, проходя каждую очередную полосу терочных элементов, они выталкивают из зазоров между отдельными абразивными частицами кожуру от предыдущего клубня в пространство между полос. Подобные покрытия могут быть изготовлены методом гальваностегии. Особое покрытие имеет картофелечистка KENWOOD A934, показана на Рис.2.

Рис.2. Картофелечистка KENWOOD A934, подготовленная к работе.

Рис.3. Картофелечистка KENWOOD A934, в работе.

Перспективы совершенствования ресурсосберегающих рабочих органов очистительных машин.

Сегодня во многих пищевых отраслях применяется механическая очистка сырья. Суть этого способа описана выше. Эффективность очистки сырья зависит от формы рабочей камеры и рабочего инструмента, а также от траектории и скорости движения сырья. Шероховатость рабочих поверхностей очистительных машин обеспечивается различными средствами, среди которых наиболее распространены абразивные покрытия.

Отечественные очистительные машины, как правило, оснащены абразивными вкладышами, отпрессованными из карбида кремния на бакелитовой основе.

Работоспособность применяемого покрытия обеспечивается за счет эффекта "самовосстановления", то есть периодического восстановления абразивной способности путем выкрашивания затупившихся зерен и вскрытия новых режущих кромок. Недостатком такого процесса является практическая нерегулируемость степени шероховатости покрытия во времени и наличие выкрошившегося зерна в счищенной кожуре, что затрудняет ее дальнейшую утилизацию. Меняющаяся степень шероховатости приводит при этом к удлинению процесса очистки и повышает вероятность контакта с абразивом уже очищенных поверхностей, что, как указывалось выше, ведет к дополнительным потерям сырья. Если учесть большое количество тепла, выделяемое в зоне контакта рабочего органа с продуктом, то причины недостаточно широкого применения абразивной обработки пищевых продуктов становятся вполне ясны.

Анализируя вышесказанное, можно сделать вывод о необходимости разработки новых материалов и технологий, которые позволяют стабилизировать важнейшие эксплуатационные характеристики очистительного оборудования.

Одним из перспективных направлений совершенствования абразивных рабочих органов оборудования является применение метода гальваностегии для их изготовления.

Сущность этого метода заключается в том, что в гальваническую ванну в качестве катода помещают корпус рабочего органа, с поверхностью которого соприкасается абразивное зерно. Положительные ионы проникают через толщу абразивного зерна, достигают катода и, восстанавливаясь на нем, создают растущий слой металла - связки. При этом получают мелкозернистые, плотные, монолитные покрытия, отвечающие необходимым прочностным и теплофизическим требованиям в зависимости от условий эксплуатации.

Предварительные исследования по оценке теплового режима в зоне контакта абразивных рабочих органов и пищевого сырья показали, что при определенных режимах обработки и характеристиках самого абразивного покрытия (скорости подачи, глубины снятия слоя материала, величине самого абразивного материала и типа металлической связки) могут быть реализованы условия для получения экологически чистого и безопасного пищевого полуфабриката.

Задачей последующего этапа исследований является разработка технологий и конструктивных решений изготовления рабочих органов для ресурсосберегающих экологически безопасных технологий абразивной переработки растительного сырья. Необходимо провести исследования и для их опробования в составе вновь разработанных для этой цели узлов и определить технологические режимы переработки сырья.

Вывод.

Одной из возможностей совершенствования процесса очистки картофеля в камерах картофелеочистительных машин периодического действия является

замена боковых вставок из сплошного абразива на вставки с прерывистым нанесением абразива. Методика прерывистого шлифования, апробированная в области обработки металлов, позволяет сократить энергозатраты, увеличить время работы абразивов без засаливания, улучшить качество очистки сырья, а

также снизить материалоемкость и трудоемкость изготовления рабочих органов.

Литература.

1. Алексеев Г.В., Антуфьев В.Т., Корниенко Ю.И., Пальчиков А.Н., Громцев А.С., Иванова М.А.Технологические машины и оборудование биотехнологий СПб, – ГИОРД,2014, 682с./ [Alekseev, C., Antufiev Century. So, Korniyenko, Y. I., Fingers A. N., Gromtsev, A. S., Ivanov M. A. Technological machines and equipment biotechnology SPb - GIORD,2014, s.]

2. Курочкин А.А. Основы расчета и конструирование машин и аппаратов перерабатывающих производств: Учеб. пособие для вузов/ Курочкин А.А., Зимняков В.М. М.: КолосС, 2006. 320 с./ [Kurochkin A. A.

Fundamentals of calculation and design of machines and apparatus for processing industries: Education. manual for schools/ Kurochkin A. A., Zimnyakov C. M. M.: Colossus, 2006. 320 s.]

Literature.

1. GV Alekseev, Antufiev VT, Kornienko YI, fingers AN Gromtsev AS, Ivanov M.A.Tehnologicheskie machinery and equipment biotechnology St. Petersburg - GIORD, 2014 682s ./ [Alekseev, C., Antufiev Century. So, Korniyenko, YI, Fingers AN, Gromtsev, AS, Ivanov MA Technological machines and equipment biotechnology SPb - GIORD, 2014, s.]

2. Kurochkin AA Bases for design and construction of machines and apparatus of processing industries: Proc. manual for schools / Kurochkin AA, VM Zimnyakov M .: Colossus, 2006. 320 c. / [Kurochkin AA Fundamentals of calculation and design of machines and apparatus for processing industries: Education. manual for schools / Kurochkin AA, Zimnyakov CMM: Colossus, 2006. 320 s.]

УДК 336.774

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПУТЕМ ВЫБОРА БАНКОВ НА ОСНОВЕ ПОДХОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

Гусейнова Э.Ш., Сахарова Т.К.
Государственный институт экономики, финансов, права и технологий,
Гатчина, Рощинская, 5

В настоящей статье изложены подходы к моделированию ресурсосберегающих производств, заимствующих средства в банковских организациях, оценка которых произведена на основе подходов нечеткой логики с помощью пакета прикладных программ Matcad. Получаемые результаты максимально объективны, не требуют больших затрат времени и универсальны как к количеству анализируемых банковских структур, так и к наборам интересующих, например, заемщика показателей.

Ключевые слова: ресурсосберегающие производства, банковская структура, оценка состоятельности, нечеткая логика, экспертные оценки, пакет программ для ЭВМ.

PROVISION RESURSOSBEREZHENIYA PRODUCTION With CHOICE of the BANKS ON BASE APPROACH ILL-DEFINED LOGIC

Guseynova E.SH., Saharova T.K.

State institute of the economy, finance, right and technology, Gatchina, Roschinskaya, 5

In persisting article are stated approaches to modeling production plagerizing facility in bank organization, which estimation is made on base approach ill-defined logic by means of package of the applied programs Matcad. The Got results greatly objective, do not require the greater expenseses of time and universal both to amount of the analysed banks of the structures, and to set interesting, for instance, borrower of the factors.

The Keywords: production, bank structure, estimation to wealths, ill-defined logic, expert estimations, software package for PC.

Из показателей конкурентоспособности банка, на наш взгляд, наибольшее значение имеют потребительские и экономические критерии. Среди потребительских критериев основными являются: ассортимент банковских продуктов, максимальная сумма кредита и срок кредитования, условия предоставления кредитов, качество обслуживания клиентов, диверсификация деятельности, используемые технологии, филиальная сеть, международные операции банка, прозрачность информации о деятельности банка и его филиалов, миссия и стратегия банка, его имидж, деловая активность, продолжительность работы на финансовом рынке [1].

Из экономических критериев можно выделить: процентные ставки по кредитам, дополнительные платежи и комиссии, другие возможные расходы, связанные с пользованием банковскими услугами, качество активов и пассивов, достаточность капитала, доходность и рентабельность банка, инвестиционная активность, возможное проявление рисков, темп прироста клиентов, доля на кредитном рынке. Особую значимость для оценки конкурентоспособности банковской организации на международном рынке имеют показатели, отражающие насколько банк соответствует требованиям глобальных финансовых рынков, спектр и география оказания международных банковских услуг своим клиентам (включая международные валютные расчетные операции, международные депозитно-кредитные операции, операции на международном рынке ценных бумаг, международные инвестиционные проекты, сотрудничество с международными финансовыми организациями, страхование, финансовый и налоговый консалтинг).

Важно отметить, что конкурентоспособность банка нельзя рассматривать без конкурентоспособности его продуктов и услуг. Между ними существует тесная прямая и обратная связь, т.е. дуалистическое взаимное влияние. Однако, не всегда высокий уровень конкурентоспособности банка может свидетельствовать о высокой конкурентной позиции в оказании им услуг и наоборот. Например, банк экономически и финансово выгодно отличающийся от своих конкурентов на рынке может оказывать менее конкурентоспособные отдельные виды услуг из-за малоэффективной тарифной политики. В то же время оказание услуг с высокими качественными характеристиками (время обслуживания, компетентность сотрудников и др.) могут быть у банков, имеющим тенденцию к ухудшению финансового состояния и снижению уровня его доходности. Это подтверждает вывод автора о комплексности понятия «конкурентоспособность банка» и его неоднозначности с эффективностью деятельности и финансовым состоянием банковской организации. Не всегда прибыльный и финансово-устойчивый банк будет обладать высоким уровнем конкурентоспособности, а особенно на мировом рынке [2-3].

Конкурентоспособность зависит от воздействия целого комплекса факторов внешней и внутренней среды банка. Внешняя среда формирования международной банковской конкурентоспособности включает: мировую экономическую макросреду; уровень развития финансового рынка; социальную, экономическую, политическую, технологическую, даже экологическую, а особенно институциональную среду страны; состояние реального сектора экономики страны; экономическую активность населения; социально-экономическое положение регионов и их привлекательность для развития банковского бизнеса; региональный инвестиционный климат; уровень и формы государственного регулирования; ставка рефинансирования и уровень инфляции.

Для того чтобы найти пути решения проблемы оптимального поведения на рынке банковских услуг, рассмотрим следующую ситуацию [4].

Некоторая промышленная компания рассматривает вопрос заимствования средств у банковских структур. С этой целью ею анализируется привлекательность одного из 7 банков примерно с одинаковыми показателями максимальной суммы кредита ($\mu 1$) и международных инвестиционных проектов ($\mu 2$).

Первый параметр колеблется у всех банков в пределах 13,5-15,5 млн. долларов, а второй 14,6-15,4 млн. долларов.

Группа экспертов из работников компании и представителей заказчика в количестве 10 человек оценивала привлекательность каждого из банков по следующей шкале: высокая привлекательность – 1; скорее высокая, чем низкая привлекательность – 0,8; скорее низкая, чем высокая привлекательность – 0,3; низкая привлекательность – 0.

После статистической обработки (определения среднего арифметического их ответов) были получены матрицы, приведенные на рис.1.

$$\mu 1 := \begin{pmatrix} 13.5 & 13.83 & 14.17 & 14.5 & 14.83 & 15.16 & 15.5 \\ 0 & 0.34 & 0.67 & 1 & 0.67 & 0.34 & 0 \end{pmatrix} \qquad \mu 2 := \begin{pmatrix} 14.6 & 14.73 & 14.87 & 15 & 15.13 & 15.27 & 15.4 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0.62 & 0.31 & 0 \end{pmatrix}$$

Рис.1 Исходные данные для анализа привлекательности различных банков

Сформулированная задача и полученные данные наиболее эффективно могут быть проанализированы с помощью подходов нечеткой логики [4-6].

Математическая теория нечетких множеств (fuzzy sets) и нечеткая логика (fuzzy logic) являются обобщениями классической теории множеств и классической формальной логики. Данные понятия были впервые предложены американским ученым Лотфи Заде (Lotfi Zadeh) в 1965 г. Основной причиной появления новой теории стало наличие нечетких и приближенных рассуждений при описании человеком процессов, систем, объектов.

Прежде чем нечеткий подход к моделированию сложных систем получил признание во всем мире, прошло не одно десятилетие с момента зарождения теории нечетких множеств. И на этом пути развития нечетких систем принято выделять три периода.

Первый период (конец 60-х–начало 70 гг.) характеризуется развитием теоретического аппарата нечетких множеств (Л. Заде, Э. Мамдани, Беллман). Во втором периоде (70–80-е годы) появляются первые практические результаты в области нечеткого управления сложными техническими системами (парогенератор с нечетким управлением). Одновременно стало уделяться внимание вопросам построения экспертных систем, построенных на нечеткой логике, разработке нечетких контроллеров. Нечеткие экспертные системы для поддержки принятия решений находят широкое применение в медицине и экономике. Наконец, в третьем периоде, который длится с конца 80-х годов и продолжается в настоящее время, появляются пакеты программ для построения нечетких экспертных систем, а области применения нечеткой логики заметно расширяются. Она применяется в автомобильной, аэрокосмической и транспортной промышленности, в области изделий бытовой техники, в сфере финансов, анализа и принятия управленческих решений и многих других.

Поскольку каждая матрица является нечетким множеством, будем определять для них так называемые функции принадлежности [7-9].

Обозначив A1 величину обратную дисперсии, а B1 – математическое ожидание, получим для первой функции принадлежности выражение

$$\mu g(g, A1, B1) := e^{-A1\cdot(B1-g)^2}$$

где A1 и B1 определяются по формулам $A1 := \frac{1}{stdev\left(v1^{T}\right)}$

$B1 := mean\left(v1^{T}\right)$

Графическое изображение функции принадлежности и распределение (μ1) изображены на рис.2, из которого видно, что оба графика почти совпадают друг с другом и очень близки к нормальной кривой.

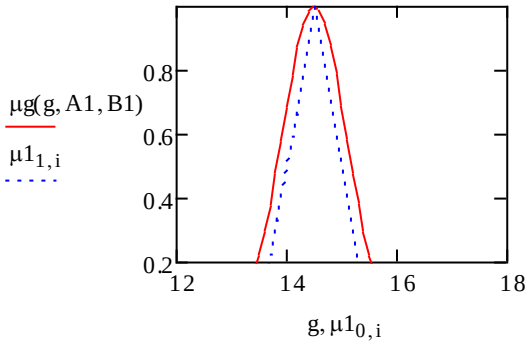


Рис.2. Аналитическая апроксимация экспериментальных данных для максимальной суммы кредита

Аналогичные построения для другой матрицы экспериментальных данных позволяет построить функцию принадлежности для (μ2).

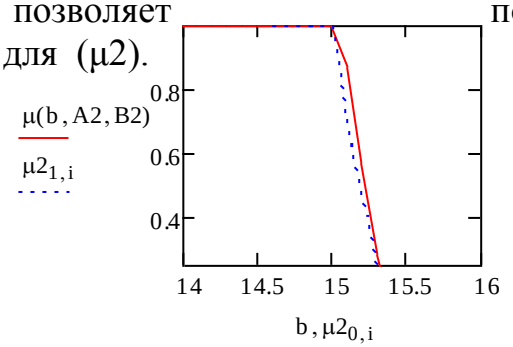


Рис.3 Аналитическая апроксимация экспериментальных данных для международных инвестиционных проектов

Для определения оптимальной банковской структуры нужно теперь найти пересечение двух построенных функций принадлежности и определить максимум этого пересечения. Как и ранее эту операцию можно провести с использованием пакета программ Mathcad с помощью оператора [10-12] и небольшой программы

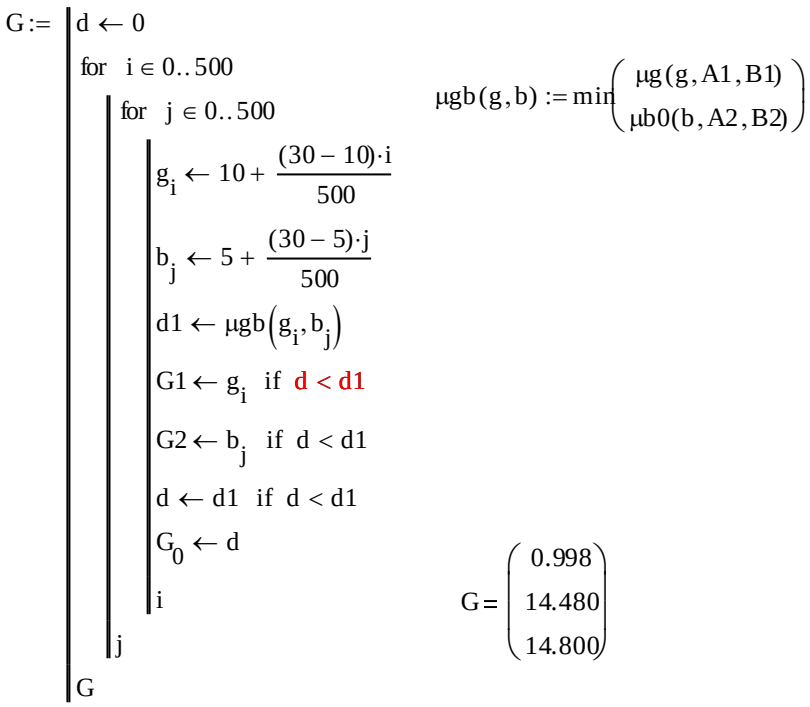


Рис.4 Программа поиска оптимума пересечения функций принадлежности

Полученные результаты (матрица G) позволяют выявить максимальное значение пересечения функций принадлежности (первая строка) и оптимальные значения параметров максимальной суммы кредита (μ1) – вторая строка (14,480) и международных инвестиционных проектов (μ2) – третья строка (14,800).

Предложенная методика может быть использована для любого количества анализируемых банковских структур и произвольного набора интересующих заемщика показателей [12-15].

Использование пакета программ Mathcad делает получаемые результаты объективными и не требующими большого количества времени на обработку экспертных оценок.

Литература

1. Zadeh, Lotfi. Fuzzy Sets / Information and Control, 8(3), June 1965, pp.338-53.
2. Zadeh, Lotfi. Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes / IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, SMC-3(1), January 1973,pp.28-44.
3. McNeill, Daniel and Freiberger, Paul. Fuzzy Logic / Touchstone Rockefeller Center, 1993.
4. Kosko, Bart. Fuzzy thinking / Hyperion, 1993.
5. Алексеев Г.В., Холявин И.И. Численные экономико-математические методы и оптимизация. ГИОРД, СПб, 2014, 200 с.

6. Алексеев Г.В., Гончаров М.В., Холявин И.И. Методы численного моделирования технологически[машин и оборудования. ГИОРД, СПб, 2014, 186 с.
7. Алексеев Г. В., Вороненко Б. А., Лукин Н. И. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ПИЩЕВОЙ ИНЖЕНЕРИИ Учебное пособие /. ЛАНЬ, Санкт-Петербург, 2012.
8. Алексеев Г.В., Головацкий Г.А., Краснов И.В.НЕКОТОРЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ. Известия Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий. 2007. № 3. С. 52.
9. Алексеев Г.В., Хрушкова Е.Н., Красильников В.Н. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕМБРАННЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ Вестник Международной академии холода. 2010. № 3. С. 32-37.
10. Арет В.А., Алексеев Г.В., Верболоз Е.И., Кондратов А.В. ИЗУЧЕНИЕ РЕЖИМОВ КАВИТАЦИОННОГО РАЗРУШЕНИЯ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ КАК ЭЛЕМЕНТА НАНОТЕХНОЛОГИЙ Известия Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий. 2007. № 3. С. 29.
11. Алексеев Г.В., Даниленко Е.А. ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК ДЛЯ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ Вестник Международной академии холода. 2011. № 2. С. 16-18.
12. Алексеев Г.В., Бриденко И.И. ВИРТУАЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО КУРСУ «МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА» Учебное пособие / Саратов, 2013.
13. Алексеев Г.В., Грекова И.В.ВОЗМОЖНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ТЕПЛОВОЙ ЗАДАЧИ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АБРАЗИВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ Машиностроитель. 2000. № 8. С. 32.
14. Алексеев Г.В., Кондратов А.В. О МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ КАВИТАЦИОННОЙ ПОЛОСТИ ПРИ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ Хранение и переработка сельхозсырья. 2008. № 2. С. 38.
15. Алексеев Г.В., Верболоз Е.И. Алексеев Г.В., Верболоз Е.И. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕСУРСОВ ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКЕ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ Вестник Международной академии холода. 2003. № 4. С. 35-39.

Literature

1. Zadeh, Lotfi. Fuzzy Sets / Information and Control, 8(3), June 1965, pp.338-53.

2. Zadeh, Lotfi. Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes / IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, SMC-3(1), January 1973,pp.28-44.
3. McNeill, Daniel and Freiberger, Paul. Fuzzy Logic / Touchstone Rockefeller Center, 1993.
4. Kosko, Bart. Fuzzy thinking / Hyperion, 1993.
5. Alekseev G.V., Holyavin I.I. Chislennyie ekonomiko-matematicheskie metodyi i optimizatsiya. GIORD, SPb, 2014, 200 s.
6. Alekseev G.V., Goncharov M.V., Holyavin I.I. Metodyi chislennogo modelirovaniya tehnologicheski[mashin i oborudovaniya. GIORD, SPb, 2014, 186 s.
7. Alekseev G. V., Voronenko B. A., Lukin N. I. MATEMATIChESKIE METODYi V PISchEVOY INZhENERII Uchebnoe posobie /. LANЬ, Sankt-Peterburg, 2012.
8. Alekseev G.V., Golovatskiy G.A., Krasnov I.V.NEKOTORYiE NAPRAVLENIYa POVYiShENIYa EFFEKTIVNOSTI TEHNOLOGIChESKOGO OBORUDOVANIYa DLYa PERERABOTKI PISchEVOGO SYiRЬYa. Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta nizkotemperaturnyih i pischevyih tehnologiy. 2007. # 3. S. 52.
9. Alekseev G.V., Hrushkova E.N., Krasilnikov V.N. VOZMOZhNOSTI PRIMENENIYa MEMBRANNYiH PROTsESSOV DLYa PROIZVODSTVA PRODUKTOV FUNKTsIONALЬNOGO NAZNAChENIYa Vestnik Mezhdunarodnoy akademii holoda. 2010. # 3. S. 32-37.
10. Aret V.A., Alekseev G.V., Verboloz E.I., Kondratov A.V. IZUChENIE REZhIMOV KAVITATsIONNOGO RAZRUShENIYa PISchEVOGO SYiRЬYa KAK ELEMENTA NANOTEHNOLOGIY Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta nizkotemperaturnyih i pischevyih tehnologiy. 2007. # 3. S. 29.
11. Alekseev G.V., Danilenko E.A. VOZMOZhNOSTI MODELIROVANIYa IZMELЬChENIYa PISchEVYiH DOBAVOK DLYa PRODUKTOV FUNKTsIONALЬNOGO PITANIYa
Vestnik Mezhdunarodnoy akademii holoda. 2011. # 2. S. 16-18.
12. Alekseev G.V., Bridenko I.I. VIRTUALЬNYiY LABORATORNYiY PRAKTIKUM PO KURSU «MEHANIKA ZhIDKOSTI I GAZA» Uchebnoe posobie / Saratov, 2013.
13. Alekseev G.V., Grekova I.V.VOZMOZhNYiY PODHOD K REShENIYu TEPLOVOY ZADAChI I POVYiShENIE EFFEKTIVNOSTI ISPOLЬZOVANIYa ABRAZIVNOGO OBORUDOVANIYa Mashinostroitel. 2000. # 8. S. 32.
14. Alekseev G.V., Kondratov A.V. O MODELI RAZVITIYa KAVITATsIONNOY POLOSTI PRI IZMELЬChENII PISchEVOGO SYiRЬYa Hranenie i pererabotka selhozsyirya. 2008. # 2. S. 38.
15. Alekseev G.V., Verboloz E.I. Alekseev G.V., Verboloz E.I. SOVREMENNYiE PODHODYi K RATsIONALЬNOMU ISPOLЬZOVANIYu

RESURSOV PRI PERVIChNOY OBRABOTKE PISchEVOGO SYiRЬYa Vestnik Mezhdunarodnoy akademii holoda. 2003. # 4. S. 35-39.

УДК 637.52

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОПЛИТ

Канд. воен. наук Пальчиков А.Н.. palchikov_anatoliy@mail.ru
Магистр Дуболазов В.Б. tclove47@mail.ru

Университет ИТМО
921002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Увеличение автономности и длительности нахождения людей и необходимость создания комфортных условий обитаемости на подводных объектах требует внедрения прогрессивных форм питания, что возможно только с применением оборудования нового поколения. Но электрические плиты остаются среди основного теплового оборудования вне конкуренции, как по универсальности, так и по разнообразию блюд с особым ароматом, внешним видом, влияющим на аппетит.Большая часть тепла, вырабатываемая плитами, уходит в объем воздуха подводной лодки, поэтому требуется усиленная вентиляция помещения и использование мощных кондиционеров.Применение тепловой завесы в теплообменных аппаратах на камбузах подводных, подвижных и стационарных объектов снижает тепловые потери в помещении

Ключевые слова: подводный объект, электрические плиты,тепловая завеса, снижает потери.

IMPROVING THE ENERGY PERFORMANCE OF ELECTRIC STOVES

Cand. Tech. of Sciences Palchikov A.N., palchikov_anatoliy@mail.ru
Master Dubolazov V.B.tclove47@mail.ru

ITMO Institute of refrigeration and biotechnologies 921002, St. Petersburg, UL.Lomonosov Street, 9

Increased autonomy and the duration of the people and the need to create comfortable conditions of habitability on underwater objects requires the adoption of progressive forms of power that are only possible with the use of new generation equipment. But the electric ovens are among the core thermal equipment out of competition, both the universality and diversity of dishes with

special aroma, appearance, affect the appetite. Most of the heat generated by plates, is the volume of air in the submarine, so require enhanced ventilation facilities and the use of powerful air conditioners. Application of thermal curtains in heat-exchange apparatus in the marine underwater mobile and stationary objects reduces thermal losses in building

Keywords: underwater object, electric stoves, air curtain, reduces losses.

В настоящее время в связи с разработкой полезных ископаемых в водах Мирового океана, а также с задачами по постоянному контролю подводных акваторий возникла потребность длительного нахождения специалистов в подводных подвижных и стационарных объектах (На списанных атомных подводных лодках). На них не влияет волнение, переменные ветровые нагрузки, подвижки льдов, снижены опасности повреждения их с воздуха. Увеличение автономности и длительности нахождения людей и необходимость создания комфортных условий обитаемости на подводных объектах требует внедрения прогрессивных форм питания, что возможно только с применением оборудования нового поколения. Но плиты остаются среди основного теплового оборудования вне конкуренции, как по универсальности, так и по разнообразию блюд с особым ароматом, внешним видом, влияющих на аппетит. А этот фактор в закрытых объемах относится также к основным в жизнеобеспечении людей.

В тоже время, плиты имеют существенные недостатки[1,2].. Большая часть тепла, вырабатываемая плитами, уходит в объем воздуха подводной лодки, поэтому требуется усиленная вентиляция помещения и использование мощных кондиционеров,плиты являются наибольшими потребителями электроэнергии в камбузе и основным источником выделения угарного газа, азотистых и сернистых веществ, так как не имеют, к сожалению, индивидуальных фильтров. Длительность закипания жидкости в котлах, кстати, не соответствует требованиям быстрого приготовления пищи. Низкий коэффициент полезного действия плит общепризнан (18-30%). Остальное тепло нагревает воздух в помещении[1], который приходится интенсивно вентилировать с использованием сложных систем кондиционирования для автономных систем (Рис. 1.).

В условиях подводных объектов воздух с вредными парами и газами нельзя выбрасывать в атмосферу помещений, его предварительно необходимо очистить и охладить. Охлаждение и очистка столь большого объема воздуха (до 850 $м^3$/ч на 2-3 электроплиты) связана с необходимостью использования большегабаритных фильтров—поглотителей и мощных кондиционеров, которые не всегда возможно разместить в условиях малых объемов.

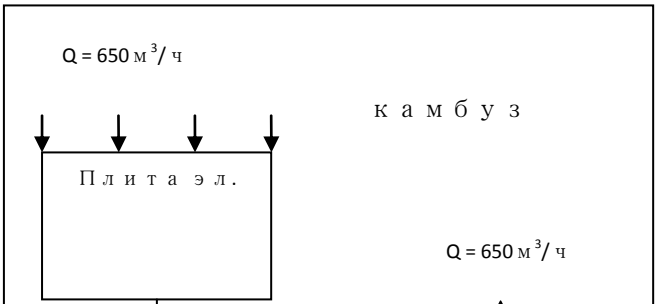


Рис.1 Система кондиционирования воздуха камбузного блока на 100 человек.

Нагретый от плиты воздух забирается[56] кондиционером, затем через фильтры снова поступает в камбуз(на кухню).

Снизить потери наплитной поверхности можно только сокращением времени процесса нагрева наплитных котлов или с помощью специальной завесной защиты греющих поверхностей[4].

Время нагрева котлов до кипения при принятых условиях зависит не только от плотности прилегания днища котла к поверхности плиты, а также от обдува нагретым воздухомбоковых стенок котлов.

Однако при проектировании плит ранее не уделяли должного внимания усиления теплообмена наружной поверхности котлов с воздушными потоками над плитой.

Анализ работ ведущих ученых показал, что конвективный теплообмен можно усилить, направив принудительно вертикальные потоки горячего воздуха вдоль поверхности конфорок по замкнутому циклу через встроенный фильтр (нагретый воздух раньше уходил в помещение в вертикальном направлении), придав ему разумную, экономически выгодную скорость движения.

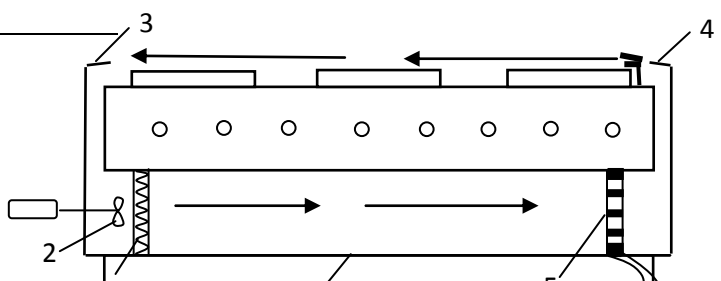


Рис.2 Модернизированная плита (вид сбоку)

Горизонтальный поток горячего воздуха, направляемый вентилятором, теперь выполняет роль защитной тепловой завесы и снижает потери энергии в помещение[2].. При этом, такой вариант экономически выгоден за счет сокращения времени закипания в наплитных котлах. Эксперимент на нашей установке показал, что при горизонтальном обдуве котлов горячим воздухом КПД конфорок увеличился на 9 %(быстрее закипает вода), хотя в литературе описываются и более высокие результаты. Т.е потребляемая мощность снизится тоже на 9-10%. Соответственно, существенно снизится нагрузка на системы кондиционирования закрытых помещений.

Работает электрическая плита следующим образом (Рис.2.). Горячий воздух от плитного настила через заборник 3 коробчатого газохода 6 под действием вентилятора 2 поступает под плитный настил, где очищается угольным фильтром 1 и ионизатором 5. Плоская струя горячего воздуха, направленная вдоль заземлённого жарочного настила через сопло 4, омывает боковые поверхности котлов. При этом наблюдается эффект интенсификации теплоотдачи.

Таким образом, дополнительное усовершенствование позволяет существенно повысить эффективность работы плиты и устранить в значительной степени недостатки известных конструкций подобных тепловых аппаратов. Оно повышает по сравнению с известными конструкциями коэффициент полезного действия аппарата с вытекающими последствиями изменения быстродействия, экологичности и повышения качества приготовления пищи. При этом масса воздуха, участвующая в конвективном теплообмене, значительно меньше, чем на существующих аппаратах с соответствующими снижениями затрат энергии на его нагрев.

Таким образом, применение тепловой завесной защиты в теплообменных аппаратах на камбузах подводных подвижных и стационарных объектов актуально в практическом отношении.

Литература.

1. Алексеев Г.В., Антуфьев В.Т., Корниенко Ю.И., Пальчиков А.Н., Громцев А.С., Иванова М.А.Технологические машины и оборудование биотехнологий СПб, – ГИОРД,2014, 682с.
2. Курочкин А.А. Основы расчета и конструирование машин и аппаратов перерабатывающих производств: Учеб.пособие для вузов/ Курочкин А.А., Зимняков В.М. М.: КолосС, 2006. 320 с.
3. Могильный М.П Оборудование предприятий общественного питания: Тепловое оборудование. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / М.П.Могильный, Т.В. Калашнова, А.Ю. Баласанян; - М.: Издательский центр «Академия», - 2004. – 192 с.
4. Громцев С.А. Вепольные технологии повышения эффективности энергетических источников техники тыла.// Диссертация на соискание учёной степени д.т.н. - Л.: ВАТТ, 1995 г.

Literature

1. Alekseev G.V., Antufev V.T., Kornienko Yu.I., Palchikov A.N., Gromtsev A.S., Ivanova M.A.Tehnologicheskie mashinyi i oborudovanie biotehnologiy SPb, – GIORD,2014, 682s.
2. Kurochkin A.A. Osnovyi rascheta i konstruirovanie mashin i apparatov pererabatyivayuschih proizvodstv: Ucheb.posobie dlya vuzov/ Kurochkin A.A., Zimnyakov V.M. M.: KolosS, 2006. 320 c.
3. Mogilnyiy M.P Oborudovanie predpriyatiy obschestvennogo pitaniya: Teplovoe oborudovanie. Uchebnoe posobie dlya studentov vyisshih uchebnyih zavedeniy / M.P.Mogilnyiy, T.V. Kalashnova, A.Yu. Balasanyan; - M.: Izdatelskiy tsentr «Akademiya», - 2004. – 192 s.
4. Gromtsev S.A. Vepolnyie tehnologii povyisheniya effektivnosti energeticheskih istochnikov tehniki tyila.// Dissertatsiya na soiskanie uchYonoy stepeni d.t.n. - L.: VATT, 1995 g.

УДК 633.549

ВЛИЯНИЕ ВИДОВ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ НА СТЕПЕНЬ СБРАЖИВАНИЯ ЯЧМЕННОГО СУСЛА ПОВЫШЕННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ.

Аспирант - Зайцева О.В.
Научный руководитель - к.т.н., профессор А.Г. Новоселов

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики. Институт холода и биотехнологий

Известно, что переработка сырья растительного происхождения с целью получения продуктов повышенной энергетической ценности имеет огромное значение для многих отраслей промышленности России. Одним из таких продуктов является этиловый спирт (этанол), который является основным сырьём для производства целого ряда готовых изделий или используется в конечном виде как готовый продукт. Цель экспериментального исследования - снижение стоимости готового продукта за счет оптимизации процесса брожения, достигнутой в ходе исследования.
Ключевые слова: этиловый спирт, брожение ячменного сусла, перемешивание механическое и пневматическое.

INFLUENCE OF SPECIES MIXING ON THE DEGREE OF FERMENTATION OF BARLEY WORT INCREASED CONCENTRATION.

Graduate student – O.V. Zaitseva
Supervisor - D.Sc. professor A.G. Novoselov

SaintPetersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics. Institute of Refrigeration and Biotechnologies

It is known that the processing of raw materials of vegetable origin with a view to obtaining increased energy value of foods is essential for many industries in Russia. One such product is ethyl alcohol (ethanol), which is the main raw material for the production of a variety of finished articles or used as a final finished product. The purpose of the pilot study - reducing the cost of the finished product by optimizing the fermentation process reached in the study.
Keywords: alcohol, fermentation of barley wort, mixing mechanical and pneumatic.

Спиртовое брожение представляет собой сложный биохимический процесс сбраживания углеводов дрожжевыми клетками в этанол. Механизм брожения упрощенно можно представить в таком виде — сахар сбраживаемой среды вместе с другими питательными веществами адсорбируется на поверхности дрожжевой клетки, затем диффундирует внутрь клетки и там подвергается действию ферментов. В результате сложных ферментативных превращений из сахара образуются основные

продукты брожения - спирт и диоксид углерода — и вторичные продукты брожения, которые по мере образования диффундируют из клетки в бражку. Для своего развития, роста и размножения дрожжевая клетка нуждается в веществах растворимых в воде. Цитоплазмическая мембрана пропускает питательные вещества в клетку и препятствует их возвращению в среду. Вода не свободно проникает в клетку и уходит из неё. В водных растворах, содержащих небольшие концентрации веществ, всегда устанавливается некоторый приток воды в клетку. Вода создает давление внутри клетки, и протоплазма оказывается плотно прижатой к эластичным внутренним стенкам клетки. При таком состоянии, называемой тургором, быстро и нормально протекают все процессы обмена в дрожжевой клетке. В нормальном состоянии любая клетка обладает определенным тургором. При повышенных концентрациях сухих веществ в среде тургор увеличивается, вследствие, плохого массообмена между питательной средой и клеткой, из-за чего углеводы сбраживаются неполностью. Так же нужно отметить, что возникают проблемы высокой вязкости зерновых замесов, что создает большие проблемы при их перемешивании и перекачки. Для решения этих проблем эффективным средством служит применение комплекса ферментных препаратов различного спектра действия (гидролиз крахмала, белков, некрахмалистых полисахаридов), которые в настоящее время широко представлены на рынке и при правильном подборе которых значительно снижается вязкость зерновых замесов[1].

Однако, остается открытым вопрос о том, будет ли эффективным перемешивание - для нормального тургора клетки, ведь неизбежен механический стресс, который возникает в результате действия больших касательных напряжений во время перемешивания дрожжей, перекачивание их из одной емкости в другую с помощью насосов. Эти механические операции могут обдирать» поверхностный слой клеточной оболочки дрожжей, что снижает флокуляционные свойства клеток[2]. Этот факт приводит к нарушениям при ведении процесса брожения и дображивания. Из сведений статьи [3] можно утверждать, что механическое перемешивание благотворно влияет на процесс брожения, при этом важен режим перемешивания. Однако, механическое перемешивание требует дополнительного оборудования, и как следствие, увеличение конечной стоимости продукта.

Мы предположили, что пневматическое перемешивание может оказаться более простым и эффективным, а значит и более экономичным.

На сегодняшний день мы провели ряд экспериментов на опытных образцах. Для сравнения показаний были взяты три экземпляра по два образца в каждом по 250 мл. ячменного сусла. Образцы 1-1’ – без перемешивания; 2-2’- с механическим перемешиванием; 3-3’- с пневматическим перемешиванием. На протяжении всего эксперимента измерялись CO^2, количество дрожжевых клеток, давление, выход спирта. Данные сведены в таблицы.

Для проведения эксперимента был выбран ячмень со степенью измельчения сырья – проход через сито диаметром 1 мм с гидромодулем 1:2,5 , нагреваемый в интервале температур от 50 до 90°С.

Методика проведения эксперимента в лаборатории.

1. В 6 заторных колбы было внесено по 250г ячменного сусла с гидромодулем 1:2,5 и температурой 50°С. Во все заторные колбы было добавлено по 1 мл α- амилазы,α- и 1мл целлололитического фермента XL.
2. Все 4 колбы нагревались в термостате до 60°С и выдерживались в течение 1 часа при данной температуре.
3. После выдержки субстрат нагревался до 90°С в термостате. Скорость нагрева составляла примерно 1°С в минуту.
4. При температуре 90°С субстрат выдерживался 1 час.
5. Затем субстрат охлаждался до 60°С и в колбы вносили 1 мл фермента глюкамилазы.
6. Далее колбы выдерживались при 60°С в течение 1 часа.

	Номер образца	Масса банок, гр.	Кол-во CO_2	Δ, CO_2 в 100гр	Ввых, %	Давление Р, Па	Мощность N, Вт	Сод. СВ, %	Количество живых клеток, Σ млн.кл/см^3						Количество почкующихся клеток,Σ млн.кл/см^3						Количество мертвых клеток, Σмлн.кл/см^3						Выход спирта, %
									I	II	III	IV	V	Σ	I	II	III	IV	V	Σ	I	II	III	IV	V	Σ	
	1	658	-					21																			
03.12.13	2	729,8	-			-	2,4	21																			
	3	703,15	-			-		21																			
	1	638.60	19,4	7,46		120			1	9	2	2	7	105	1	-	-	-	1	5	-	-	-	-	-	-	
04.12.13	2	686.55	43,25	16,63		70	2,4		13	13	10	10	15	305	-	1	-	2	-	15	-	-	-	-	-	-	
	3	669.65	33,5	12,88		60			8	8	22	15	15	340		-	-	2	-	10	-	-	-	-	-	-	
	1	632.65	5,95	2,29		5			6	3	3	3	4	95		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
05.12.13	2	681.85	4,7	1,8		55	2,4		5	10	6	4	6	130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3	663.50	6,15	0,23		15			20	6	9	12	12	295	-	-	2	2	-	20	-	-	-	1	-	5	
	1	629,55	3,1	1,19	77,87	4			9	8	10	12	11	250	-	-	-	-	1	5	-	-	-	-	-	-	10
06.12.13	2	679,30	2,55	0,98	96,35	24	2,4		6	7	4	4	10	155	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
	3	661,95	1,55	0,59	95,18	-			7	13	9	7	14	250	-	2	2	-	1	25	-	-	-	-	-	-	11.8

Образец 1 –без перемешивания

Образец 2- с механическим перемешиванием (20 мин.при N=2,4 Втт)

Образец 3 – с пневматическим перемешиванием (20 мин.)

PH=5.63

m=260гр. сусла в одной банке

	Номер образца	Масса банок, гр.	Кол-во CO_2	Δ, CO_2 в 100гр	Ввых, %	Давление Р, Па	Мощность N, Вт	Сод. СВ, %	Количество живых клеток, Σ млн.кл/см^3						Количество почкующихся клеток,Σ млн.кл/см^3						Количество мертвых клеток, Σмлн.кл/см^3						Выход спирта, %
									I	II	III	IV	V	Σ	I	II	III	IV	V	Σ	I	II	III	IV	V	Σ	
03.02.14	1	1115,2	-					21,9																			
	2	726,45	-			-	2,4	21,9																			
	3	1154,4	-			-		21,9																			
04.02.14	1	1109,45	5,75	2,3		-			5	8	8	7	9	185	2	3	1	2	1	45	-	1	-	1	1	15	
	2	718,95	7,5	3		20	2,4		3	4	5	5	4	105	1	2	1	1	2	35	-	-	-	-	-	-	
	3	1148,55	5,85	2,34		20			6	5	3	4	5	115	2	1	1	-	1	25	-	-	1	-	-	5	
05.02.14	1	1099,2	10,25	4,1					6	8	9	8	12	215	-	2	-	1	-	15	-	2	1	-	-	15	
	2	706,3	12,65	5,06			2,4		4	5	5	8	10	160	-	-	1	1	-	10	-	-	1	-	-	5	
	3	1139,28	3,27	1,3					7	6	8	9	5	175	1	-	2	-	-	15	1	1	1	1	-	20	
06.02.14	1	1097	2,2	0,88	50,03				8	9	10	10	14	255	-	-	-	-	1	5	-	3	2	1	2	40	7
	2	705,4	0,9	0,36	72,5		2,4		8	6	10	7	6	185	-	1	-	-	1	10	-	-	1	1	-	10	10
	3	1135,9	3,38	1,35	62,74				9	8	12	9	14	260	-	2	1	-	1	20	-	1	2	1	2	30	8,8

Образец 1 –без перемешивания

Образец 2- с механическим перемешиванием (20 мин.при N=2,4 Втт)

Образец 3 – с пневматическим перемешиванием (20 мин.)

PH=6,00

m= 250гр. сусла в одной банке

	Номер образца	Масса банок, гр.	Кол-во CO_2	Δ, CO_2 в 100гр	Ввых, %	Давление Р, Па	Мощность N, Вт	Сод. СВ, %	Количество живых клеток, Σ млн.кл/см^3						Количество почкующихся клеток,Σ млн.кл/см^3						Количество мертвых клеток, Σмлн.кл/см^3						Выход спирта, %
									I	II	III	IV	V	Σ	I	II	III	IV	V	Σ	I	II	III	IV	V	Σ	
31.01.14	1	1083,3	-			-		21,6																			
	2	698,95	-			-	2,4	21,6																			
	3	1121,11	-			-		21,6																			
01.02.14	1	1090,2	6,9	2,76		18			4	5	6	5	7	135	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2	705,45	6,5	2,6		20	2,4		14	5	10	4	5	140	-	-	1	-	-	5	-	1	1	-	-	10	
	3	1127,63	6,52	2,61		-			4	6	3	6	6	125	-	-	1	-	-	5	-	-	-	1	-	5	
02.02.14	1	1083,55	6,65	2,66					5	8	5	6	8	160	-	-	-	1	-	5	-	1	1	-	-	10	
	2	697,55	7,9	3,16			2,4		3	6	5	5	8	135	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	5	
	3	1121	6,63	2,65					5	4	5	4	7	130	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	10	
03.02.14	1	1083,45	0,1	0,04	58,79				6	4	9	2	8	145	-	-	2	-	-	10	-	2	-	1	-	15	10,2
	2	697	0,55	0,22	75,02		2,4		8	7	7	6	8	130	-	2	-	-	-	10	-	1	2	-	1	20	10,5
	3	1119,7	1,3	0,52	65,5				6	6	7	5	8	155	-	-	-	2	-	10	-	-	-	1	1	10	9

Образец 1 –без перемешивания

Образец 2- с механическим перемешиванием (20 мин.при N=24 Втт)

Образец 3 – с пневматическим перемешиванием (20 мин.)

РН=5,7 m= 250гр. сусла в одной банке

7. После выдержки определяли содержание сухих веществ в каждой колбе на рефрактометре. Содержание сухих веществ в каждой колбе после осахаривания составило 19%.

Приготовление дрожжей

Для подготовки дрожжей к брожению необходимо в 300 мл воды с температурой 30 °С развести 15 грамм сахара и добавить 10 грамм сухих дрожжей. Затем поставить на разбраживание при температуре 30 °С на 2-3 часа, но не более. Рассчитать по времени приготовление дрожжей и сусла.

Затем раброженные дрожжи вносят в осахаренное сусло, и начинается процесс брожения.

В результате проведения экспериментов и обработки полученных результатов было установлено, что в результате перемешивания - процесс брожения интенсифицируется, но остается открытым вопрос о количестве подводимой энергии к жидкости. Поиск ответа будет осуществлен в последующей работе.

Список литературы

1.Баракова Н.В., Тишин В.Б., Леонов А.В. Исследование влияния ферментных препаратов на вязкость высококонцентрированных замесов из ячменя при производстве этилового спирта // Производство спирта и ликероводочных изделий. - Москва: Пищевая промышленность, 2010. - Вып. №4. - С. 24-26.

2.Мальцев П.М., Технология бродильных производств, 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Пищевая промышленность, 1980. — 560 с.

3. Bioprocess Engineering 10 (1994) 179-184 (c) Springer-Verlag 1994
Mechanism for mixing and homogenization in beer fermentation
A. I. Garcia, S. S. Pandiella, L. A. Garsia, M. Diaz

Spisok literatury

1. Barakova N.V., Tishin V.B., Leonov A.V. Issledovanie vliyaniya fermentnyx preparatov na vyazkost vysokokoncentrirovannyx zamesov iz yachmenya pri proizvodstve etilovogo spirta // proizvodstvo spirta i likerovodochnyx izdelij. - Moskva: pishhevaya promyshlennost, 2010. - vyp. №4. - s. 24-26.

2.Malcev p.m., Texnologiya brodilnyx proizvodstv, 2-e izd., pererab. i dop. — Moskva: pishhevaya promyshlennost, 1980. — 560 s

3. Bioprocess Engineering 10 (1994) 179-184 (c) Springer-Verlag 1994
Mechanism for mixing and homogenization in beer fermentation
A. I. Garcia, S. S. Pandiella, L. A. Garsia, M. Diaz

УДК 664.692.5

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРЕССОВАНИЯ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ В ПОЛЕ УЛЬТРАЗВУКА

Верболоз Е.И., д.т.н., профессор, elenaverboloz@mail.ru
Кобыда Е.В., инженер, аспирант elenakobyda@yandex.ru

Институт холода и биотехнологий Национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики

Исследования направлены на изучение процессов прессования макаронных изделий в поле ультразвука для повышения их прочности и качества, снижения энергетических затрат и увеличения срока хранения. Реализован механизм применения ультразвука для увеличения плотности макаронных изделий. Эксперименты по прессованию макаронных изделий в поле ультразвука дали положительные результаты, экономический эффект за счёт снижения затрат на электроэнергию и повышения качества продукции составляет около 15-20%. Рассмотрены процессы прессования макаронного теста с наложением ультразвуковых колебаний. В результате воздействия ультразвука на тесто значительно улучшается качество готовых изделий и увеличивается массовый расход макаронного теста в процессе прессования.

Ключевые слова: прессование, макаронные изделия, наложение ультразвука, ультразвук, повышение прочности.

THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF PRESSING THE PASTA IN THE FIELD OF ULTRASOUND

Verboloz E.I., Doctor of Technical Sciences, Professor, elenaverboloz@mail.ru
Kobyda E.V., an engineer, a graduate student, elenakobyda@yandex.ru

St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Institute of Refrigeration and biotechnology

Research is aimed at studying of pasta pressing processes in the field of ultrasound for increasing their strength and quality, reducing energy costs and increase shelf life. A mechanism for the use of ultrasound was implemented for increasing the pasta density. Experiments of production pasta in the presence of ultrasound have shown positive results, the economic benefits by reducing energy costs and improving the quality of product is about 15-20%. The processes of pressing pasta with the imposition of ultrasonic vibrations were considered. The quality finished products significantly is improving as a result of ultrasound exposure on pasta dough and during pressing the mass flow of the pasta is increasing.

Keywords: pressing, pasta, application of ultrasound, ultrasound, increasing strength.

Макароны относятся к основным продуктам питания, и производство их во все более возрастающем ассортименте требует совершенствования технологии и оборудования этого процесса. Процесс прессования характеризуется большими удельными затратами электроэнергии, а вопросы рационального расходования топливно-энергетических ресурсов приобретают важное значение. Поэтому перед научными и производственными работниками стоят задачи создания и освоения прогрессивных процессов с применением современных физических методов обработки, проектирования и создания нового оборудования повышенной эффективности. Вместе с тем представляет интерес изучение изменения этих процессов в присутствии поля ультразвука и создания нового оборудования. Проведенные исследования показали, что вибрации перспективны в технологических процессах производства макаронных изделий. Аналогов предлагаемой технологии в настоящее время не обнаружено. Результаты проводимых нами экспериментов показывают, что ультразвук является эффективным способом воздействия на структуру деформированного теста с целью улучшения его свойств. Обработка опытных данных показывает, что использование ультразвука существенно снижает затраты энергии и необходимое давление при формовании вязко-пластичных материалов, улучшает качество изделий и повышает производительность оборудования.

Эксперименты показали, что эффекты при прессовании теста проявляются в различной степени в зависимости от влажности материала, частоты и амплитуды колебаний, способа подведения вибраций к матрице или к шнековому корпусу макаронного пресса. Выявлено, что при ультразвуковом прессовании имеет место ряд отличий от низкочастотного вибрационного формования [1]:

- локальное выделение тепла в очаге деформации на поверхности формуемых изделий;

-многократное снижение сил трения при прессовании макаронного теста в матрице и шнековом корпусе пресса;

-достигается значительное увеличение пластичности и снижение внутренних напряжений и плотности дефектов;

- предел прочности макаронных изделий возрастает;

-применение ультразвуковых колебаний, накладываемых на фильеры прессующего устройства, способствует увеличению ресурса пресс-формы.

Задачами исследования являются:

– провести анализ существующих методов и оборудования для прессования макаронных изделий;

- выявить количественные закономерности воздействия ультразвука на процессы релаксации и ползучести макаронного теста;

- разработать математическую модель функционирования макаронного пресса с ультразвуковым устройством;

- провести экспериментальные исследования рабочего процесса модернизированного макаронного пресса;

– обосновать техническое решение на макаронный пресс с излучателем ультразвука.

На кафедре ТМиО проведены эксперименты по производству макаронных изделий с наложением ультразвука, частотой 20000 Гц на матрицу, которые дали положительные результаты. Для проведения экспериментов использовалась лабораторная установка, представленная на рисунке 1, включающая в себя шнековый пресс с загрузочным бункером. Для создания ультразвуковых колебаний к матрице пресса хомутом из нержавеющей стали был присоединен пьезоэлектрический преобразователь, связанный с генератором ультразвуковых колебаний. Изменение подводимых характеристик ультразвука производилось на самом генераторе. Экспериментальные данные снимались для макаронных изделий из муки хлебопекарной пшеничной высшего сорта в интервале температур 323 - 338 К, давлении прессования до 4 МПа и амплитуде ультразвука -30 и 40 мкм. Диапазон температур прессования принят из соображений минимального изменения белков и углеводов макаронного теста.

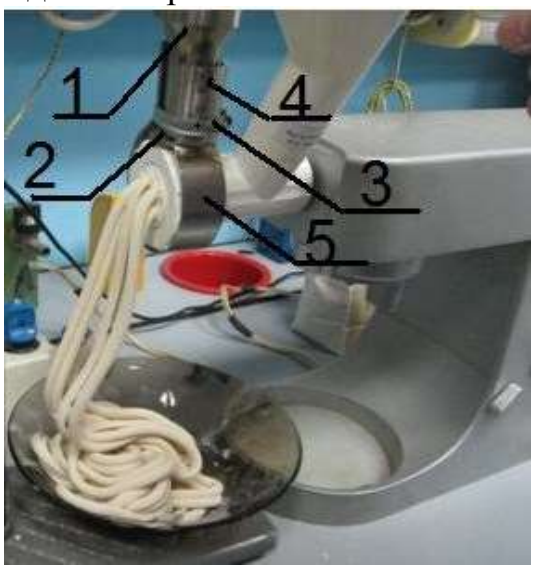


Рисунок 1 - Конструкция ультразвуковой колебательной системы: 1 – электромеханический пьезоэлектрический преобразователь, 2 – рабочий инструмент с конической внутренней излучающей поверхностью, 3 – крепежный поясок, 4 – стягивающий стакан-хомут, 5 – корпус гайки матрицы (под хомутом).

Зависимость производительности макаронного пресса от амплитуды колебаний ультразвукового излучателя четко прослеживается на рисунке 2. При амплитуде ультразвуковых колебаний от 10 до 30 мкм производительность повышается до 20%. Дальнейшее увеличение амплитуды неэффективно, так как достигло практически максимального разжижения теста.

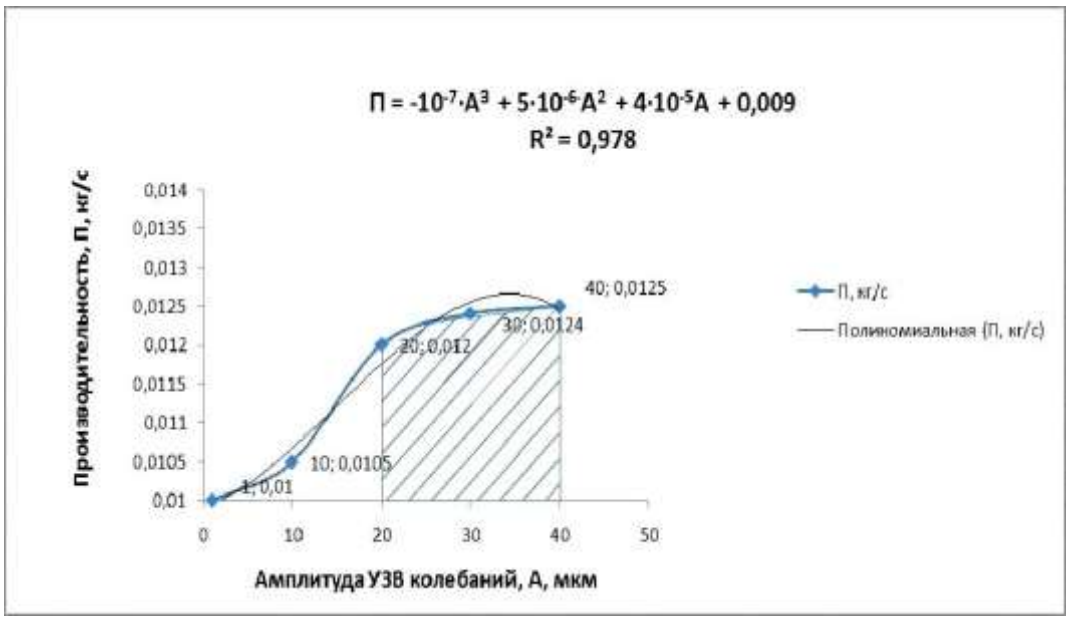


Рисунок 2 - Зависимость производительности макаронного пресса от амплитуды колебаний ультразвукового излучателя

Преследовалась задача до минимума избежать влияния на изделия процессов пристенного трения. При этом необходимо было это сделать не добавлением воды, либо другого пластификатора в тесто (масла, спирта и т.д.). После проведенных нами экспериментов, снизить степень негативного влияния пристенного трения без использования пластификаторов возможно механическими ультразвуковыми колебаниями с достаточной интенсивностью формообразующих поверхностей матрицы, когда в паре трения «стенка фильеры - поверхность изделия» будет возникать периодический отрыв поверхности изделия, и силы трения будут действовать только в моменты их соприкосновения. Время отрыва и время контакта (соприкосновения) будут совершенно разные. Последнее значительно меньше, даже при частоте контакта до 20 000 раз/сек.

Таким образом, коэффициент пристенного трения, уменьшится пропорционально отношению периодов времени контактирования и отрыва. Эксперимент показал, что за 1/4 времени периода такое трение падает до нуля, поэтому производительность поднимается практически на эту величину.

Аналогично, снижение силы трения между частицами муки в тесте приводит также к увеличению плотности при их упаковки, а соответственно и плотности сухих макарон и их прочности.

Как видно из графика, производительность пресса растет не равномерно, а спонтанно после амплитуды более 10 мкм, что соизмеримо с длиной или размером частиц муки. Замечено, что при достижении смещения колебаний агломератов или частиц муки более 30 мкм при действии ультразвука идет заметный спад производительности.

Поэтому, при изменении гранулометрического и качественного состава муки необходимо незначительно изменять амплитуду ультразвуковых колебаний, подводимых к матрице. Таким образом, главной причиной,

которая влияет на производительность прессуемого теста, является снижение сопротивления матрицы из-за временного разжижения теста и коэффициента трения.

Теоретические исследования показали, что положительные эффекты применения ультразвука при прессовании макаронного теста (снижение энергоемкости процесса и повышение прочности) объясняются интенсификацией процесса ползучести и релаксации в уплотняемом материале [2]. В начальный момент уплотнения теста ультразвук вызывает уменьшение сил сцепления и трения между частицами. Вследствие этого набухшие частицы получают дополнительную возможность проскальзывания и укладываются более плотно. Это приводит к увеличению, по сравнению со статическим уплотнением, доли направленных и ориентированных по ходу движения теста структурных деформаций, уменьшению необходимых давлений и энергоемкости процесса [3]. Анализ показывает, что применение ультразвука при прессовании макаронных изделий может снизить энергоемкость не менее, чем в 1,4-1,5 раза. Экономический эффект за счёт снижения затрат электроэнергии и повышения качества макаронных изделий составляет около 15-20%.

Таким образом, полученные результаты показали эффективность применения ультразвукового прессования макаронных изделий и необходимость дальнейшей оптимизации режимов.

Список литературы

1. Пат. РФ №2530999. МПК A21C 3/04, A21C 11/16, A21C 11/20. Макаронный пресс / заявитель и патентообладатель: Кобыда Е.В., Романчиков С.А., Верболоз Е.И., Антуфьев В.Т.- 2013119015/13, заявл. 23.04.2013

2. Иванов В.С. Сверхвысокочастотный пресс макаронных изделий / В.С.Иванов // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства». Выпуск 14. – Йошкар-Ола: Марийский ГУ, 2012. – С.141-143.

3. Хмелёв В. Н., Цыганок С. Н., Лебедев А. Н. Ультразвуковой аппарат для интенсификации процесса прессования волокнистых материалов// Tenth international conference and seminar on micro-nanotechnologies and electron devices, EDM’09, Новосибирск, 2009.

Spisok literatury

1. Pat. rf №2530999. mpk A21C 3/04, A21C 11/16, A21C 11/20. Makaronntj press / zayavitel i patentoobladatel: Kobyda E.V., Romanchikov S.A., Verboloz E.I., Antufjev V.T. - 2013119015/13, zayavl. 23.04.2013

2. Ivanov V.S. Sverhvisokochastotnij press makaronnih izdelij/ V.S. Ivanov// Materialy megdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Aktualnie voprosi sovershenstvovaniya tehnologii proizvodstva i pererabotki produkcii selskogo hozyajstva». Vipusk 14. – Joshkar-Ola: Mariyskiy GU, 2012 – S. 141-143.

3. Hmelyov V.N., Cyganok S.N., Lebedev A.N. Ultrazvukovoj apparat dlya intensificacii processa pressovaniya voloknistyh materialov// Tenth international conference and seminar on micro-nanotechnologies and electron devices, EDM'09, Novosibirsk, 2009.

УДК 62-97/-98

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Кривцова Л. А, студент, Krivtsova94@yandex.ru
Мирошин М. А, студент

Министерство образования и науки филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»» в г. Смоленске
Кафедра технологических машин и оборудования

Обеспечения устойчивости технологического оборудования требует применения прочностного расчета с помощью определения ядра сечения конструкции, применяемого при проектировании конструкций, плохо работающих на растяжение.

Ключевые слова: деаэратор, ядро сечения, обеспечение устойчивости, технологическое оборудование

CHARACTERISATION OF THE SUSTAINABILITY OF THE PROCESS EQUIPMENT

Krivtsova L. A, student, Krivtsova94@yandex.ru
Miroshin M. A, student

Ministry of Education and Research Branch of the federal state budget educational institution of higher professional education "National Research University "The Moscow Power Engineering Institute"" in Smolensk
Department of technological machines and equipment

Ensure the sustainability of the process equipment requires the use of strength calculation by determining the core section of the structure used in the design of structures, poorly working on stretching.

Keywords: degasser, the core section, sustainability, technological equipment

Особенностью современного производства различных продуктов является использование специальных процессов, позволяющих несколько улучшить свойства конечного продукта. Получаемые в результате вещества и материалы дольше хранятся, лучше усваиваются, имеют более привлекательный вид и лучшие вкусовые (или другие эксплуатационные) свойства и т.д. К аппаратам, которые участвуют в таком улучшении продуктов, относится дегазатор, называемый еще деаэратором. Аппараты, предназначенные для удаления растворенного в жидкостях воздуха, называются деаэраторами.

Дегазации подвергаются молоко, жидкое топливо, вода, строительные смеси, химические препараты и многое другое. Для каждого вида продукта применяется свой специальный вид деаэратора.

Различают деаэраторы следующих видов: атмосферные, вакуумные, деаэраторы повышенного давления.

Деаэраторы используются в пищевой, химической, энергетической и других отраслях промышленности.

Преимущества использования деаэраторов:

- снижение содержания кислорода в продукте;
- избежание окислительного процесса при всех процессах пастеризации;
- улучшение вкусовых и ароматических свойств продукта;
- обеспечение возможности нормальной заполняемости упаковки продукта.

Важным преимуществом вакуумного деаэратора также является возможность использования его при работе с агрессивными жидкостями.

На рис. 1 показан вакуумный деаэратор для плодово-ягодных соков, в котором вакуум создается ротационным вакуум-насосом 1, приводимым в движение электродвигателем мощностью 4,5 кВт.

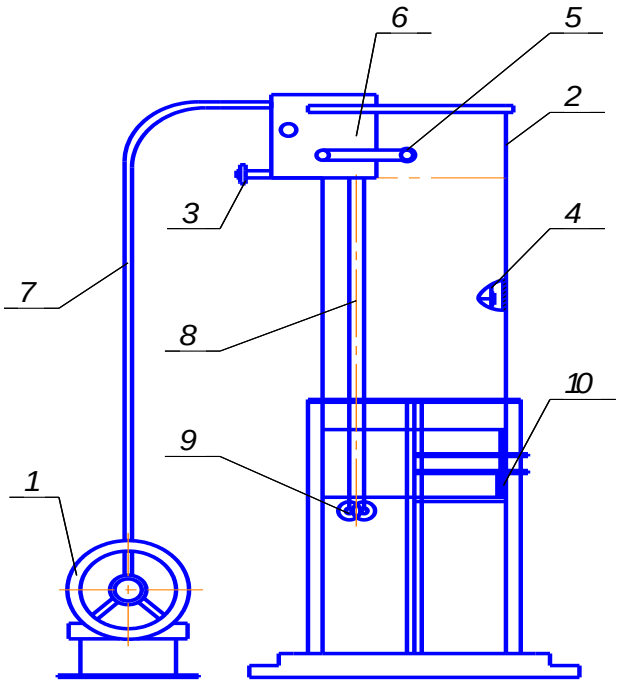


Рис. 1. Деаэратор вакуумный. Общий вид

Деаэратор 2 представляет собой вертикальный цилиндр из нержавеющей стали диаметром 450 мм и высотой 2000 мм. Жидкость поступает в цилиндр через патрубок 3 и распылитель. Выходя из распылителя, струи жидкости ударяются о стеклянную крышку, отражаются от нее, попадают на перфорированный цилиндр 4 и стекают по нему тонким слоем вниз. Стеклянная крышка прижимается к резиновой прокладке откидными болтами, что обеспечивает необходимую герметичность.

Воздух из деаэратора отсасывается по трубе 5, проходит пеноуловитель 6 и по трубе 7 поступает в вакуум-насос 1. Конденсат из пеноуловителя по трубе 8 поступает в кран 9 и направляется или в деаэратор, или выпускается в приемник. Постоянный уровень продукта в деаэраторе поддерживается электронным регулятором 10 [1].

В связи с необходимостью обеспечения устойчивости технологического оборудования предлагается применение прочностного расчета с помощью определения ядра сечения конструкции, применяемого при проектировании конструкций, плохо работающих на растяжение.

Ядром сечения называется часть сечения, ограниченная контуром вокруг центра тяжести, в пределах которого можно располагать точку приложения продольной (сжимающей или растягивающей) силы, не вызывая в сечении напряжений разного знака.

В силу симметрии ядро сечения должно иметь форму круга. В данном случае необходимо продольную силу приложить в точке, расположенной от центра круга на расстоянии [2]:

$$e = \frac{r^2}{a},$$

где

$$r^2 = \frac{J_x}{F} = \frac{\frac{\pi d^4}{64}}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{d^2}{16} \quad \text{и} \quad a = \frac{d}{2}.$$

Подставив эти значения, получим

$$e = \frac{r^2}{a} = \frac{\frac{d^2}{16}}{\frac{d}{2}} = \frac{d}{8}.$$

Так, при $d=460$ *мм*

$$e = \frac{460}{8} = 57{,}5 \text{ мм}.$$

Так как моменты инерции относительно любой оси, проходящей через центр круга, одинаковы и расстояние от центра до любой точки на окружности – величина постоянная, то внутренний круг с радиусом, равным $r_1=57{,}5$ *мм*, и будет представлять собой ядро сечения (рис. 2).

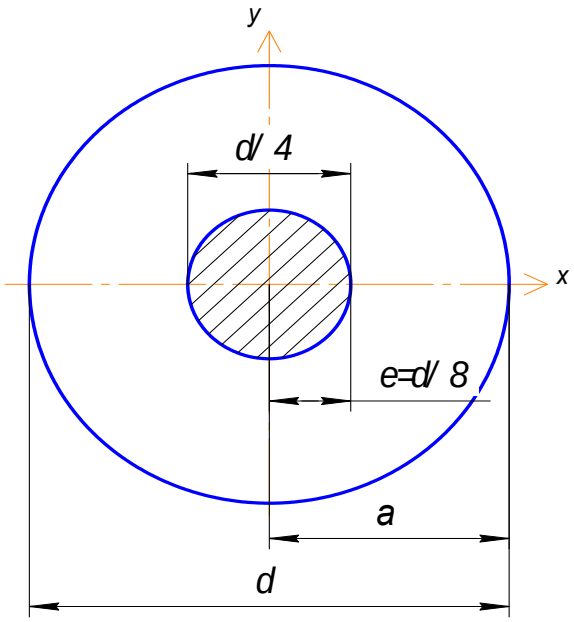


Рис. 2. Ядро сечения деаэратора

В представленном решении не учитывается влияние на прочность конструкции системы состоящей из вакуум-насоса с трубопроводом, так как она может обеспечивать дополнительную устойчивость аппарата. Центры масс составляющих элементов деаэратора должны располагаться таким образом, чтобы центр масс всей конструкции находился в ядре сечения, то есть располагаться внутри окружности радиусом 57,5 мм. В противном случае устойчивость оборудования не будет обеспечена.

Список литературы

1. Яковлев П.М., Харитонов Н.Ф., Алексеенко М.К. , Кантур Г.Е. Технологическое оборудование винодельческих предприятий – М.: «Пищевая промышленность», 1975, 336 с.
2. Гончаров М.В., Кончина Л.В., Куликова М.Г., Романова О.Н. Исследование колебательных движений механотроных систем в пищевой промышленности. // Международный научно-технический сборник «Теоретическая и прикладная механика», Минск, 2015г, вып.30.

Spisok literatury

1. Yakovlev P.M., Kharytonov N.F., Alekseenko M.K. , Kantur H.E. Tekhnolohycheskoe oborudovanye vynodel′cheskykh predpryyatyy – M.: «Pyshchevaya promyshlennost′», 1975, 336 s.
2. Honcharov M.V., Konchyna L.V., Kulykova M.H., Romanova O.N. Yssledovanye kolebatel′nykh dvyzhenyy mekhanotronykh system v pyshchevoy promyshlennosty. // Mezhdunarodnyy nauchno-tekhnycheskyy sbornyk «Teoretycheskaya y prykladnaya mekhanyka», Mynsk, 2015h, vyp.30.

УДК 621.6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОТВОДОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Мирошин М.А., студент, Кривцова Л.А., студентка,
maksimmiroshin95@mail.ru

ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске

При прокладке подземной, надземной или прокладке магистральных газопроводов на опорах предусматриваются специальные мероприятия, обеспечивающие надежную и безопасную эксплуатацию конструкций трубопроводов. При изменении направления газопроводов применяют соединительные детали – отводы.

В данной работе отвод трубопровода рассматривался, как часть круглой торовой оболочки с постоянной по всей поверхности толщиной, нагруженной постоянным внутренним давлением. В ходе исследований с помощьюприкладных методов расчета оболочек и тонкостенных конструкций были получены выражения для меридионального и окружного напряжений.Данные уравнения были проанализированы, при исследовании нагрузок действующих на отвод с заданными параметрами. Выполнены необходимые расчеты для решения поставленной задачи, найдены

максимальные напряжения, возникающие в отводе, и место где они сконцентрированы.

Ключевые слова: отвод, газопровод, напряжение, безмоментная теория, тор, теория наибольших касательных напряжений, оболочка.

DETERMINATION OF MAXIMUM TENSIONS AS PART OF THE PIPELINE ELBOWS PROJECTION

Miroshin M.A., student,Krivtsova L. A, student,
maksimmiroshin95@mail.ru
National Research University “Moscow Power Engineering Institute”
(Smolensk branch)

When laying underground, overground or trunk pipelines on pillars special measures are to be provided to ensure the safety and reliability during the use of the pipelines. When the direction of pipeline ought to be changed,special connecting parts–elbowsare applied.

In this work, pipe elbow is considered as part of a circular torus shell with constant thickness over the entire surface, loaded with constant internal tension. During researches using the applied methods of calculating shells and thin-walled structures the expressions for the meridional and circumferential tension were obtained. These expressions were analyzed in the study of loadings acting on the elbow with the specified parameters concerning the trunk pipelines. To solve the problem the necessary calculations were performed, the maximum tensions in the elbow and places where they are concentrated were found.

Key words: pipe elbow, pipeline, tension, the membrane theory, torus, the largest sheer tensions theory, shell.

Магистральные трубопроводы (газопроводы, нефтепроводы и нефтепродуктопроводы) прокладывают подземно (подземная прокладка), по поверхности земли в насыпи (наземная прокладка) или на опорах (надземная прокладка). При этом предусматриваются специальные мероприятия, обеспечивающие надежную и безопасную эксплуатацию конструкций трубопроводов. Для уменьшения продольных перемещений трубопроводов предусматривают установку открытых компенсаторов П-образной, Z-образной, Г-образной форм. При изменении направления трубопроводов применяют соединительные детали – отводы (рис.1).

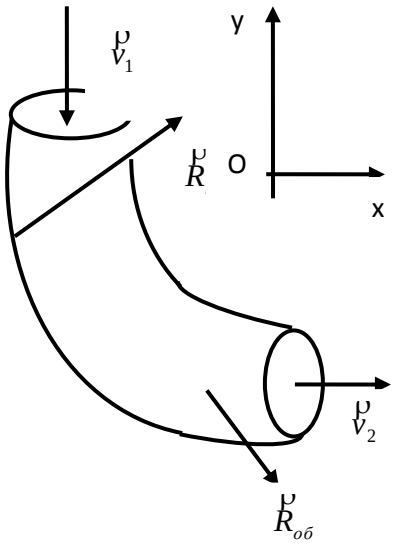


Рис.1. Схематическое изображение отвода

Из курса теоретической механики известно, что данную задачу по определению нагрузок в отводах магистральных газопроводов можно решить с помощью теоремы Эйлера [1]:

$$m\vec{v}_1 - m\vec{v}_2 + \vec{R}_{об} + \vec{R}_{пов} = 0,$$

где m - секундная масса; $m\vec{v}_1, m\vec{v}_2$ – секундные количества движения среды в верхнем и нижнем сечениях, перпендикулярных к стенкам трубы; $\vec{R}_{об}, \vec{R}_{пов}$ - главные векторы объемных и внешних поверхностных сил (объемные силы – силы, действующие на все частицы объема, как внутренние, так и находящиеся на поверхности объема; поверхностные силы – силы, действующие только на частицы, лежащие на внешней поверхности рассматриваемого объема).

Однако, такое решение задачи не дает возможности определения прочности отвода, поэтому рассмотрим второй подход к решению задачи.

Эту же задачу можно решить применяя безмоментную теорию оболочек.

Безмоментная теория не учитывает сосредоточенные силы и моменты. Напряжения в меридиональном сечении – окружное (σt); в сечении, перпендикулярном меридиану – меридиональное - (σm).

Рассмотрим торовую (тороидальную) оболочку, нагруженную постоянным внутренним давлением q . Составив уравнение равновесия для части оболочки, и используя уравнение Лапласа, находим напряжение. Из анализа этих выражений следует, что максимальные напряжения (maxσ) возникают на внутренних точках оболочки.

Рассматривая отвод, как часть круглой торовой оболочки спостоянной по всей поверхности толщиной δ (рис.2), нагруженной постоянным внутренним давлением q, выражения для меридионального и окружного напряжений можно записать согласно работе [2] в виде:

$$\sigma_\varphi = \frac{q(R+R_0)a}{2R\delta}, \quad \sigma_\theta = \frac{qa}{2\delta}.$$

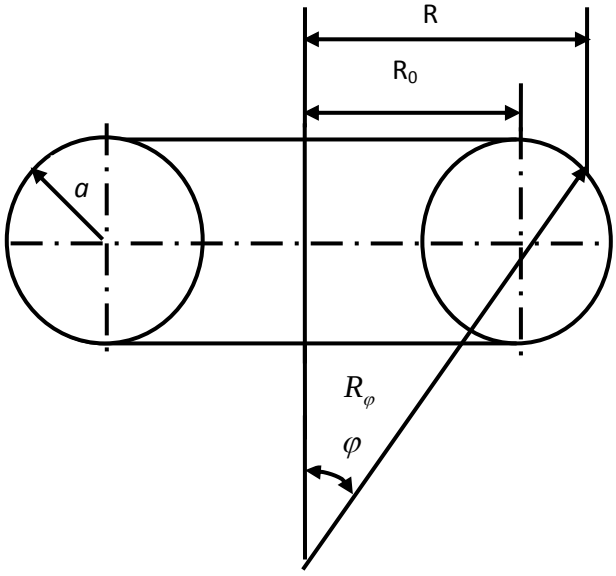


Рис.2. Геометрические параметры торовой оболочки

Таким образом, при исследовании нагрузок, действующих на отвод, можно сделать следующие заключения:

1) прочность стенок отвода зависит как от величины самих нагрузок, так и от геометрических параметров оболочки;

2) существенное влияние на увеличение меридионального напряжения накладывает параметр R, зависящие от радиуса кривизны R_φ. Анализируя данные выражения, можно сделать вывод, что при достаточно малом значении R и большом значении радиуса тора наибольшей степени деформации подвержена поверхность меньшего радиуса кривизны.

Данная модель не отражает реальной картины процессов. Так, например, при проектировании магистральных газопроводов необходимо учитывать наличие посторонних включений, за счет которых происходит деформация поверхности как раз большего радиуса кривизны. Для этого применяются пылеуловители при отборе газа из газопровода. А при проектировании магистрального газопровода расчетная толщина стенки отводов трубопроводов при действии внутреннего давления должна включать расчетное сопротивление материала детали (отвода), коэффициент несущей способности отвода, коэффициент надежности по нагрузке, рабочее (нормативное) давление [4].

При решении этой же задачи с помощью теории наименьших касательных напряжений рассмотрим часть оболочки, подверженной прогибу и растяжению (сложный вид деформации). С помощью данной теории можно определить изгибное и растягивающее напряжение σм и σт. Суммарное

напряжение в таком случае определяется как сумма растягивающего и изгибного напряжения:

$$\sum\sigma = \sigma_м + \sigma_m$$

Применяя теорию наибольших касательных напряжений для конкретной оболочки со следующими параметрами (СНиП 2.05.06-85):

$$q = 2{,}5МПА, \nu = 0{,}33, \delta = 10мм, R_0 = 750мм, a = 265мм,$$
$$\lambda = \frac{a}{R_0} = 0{,}353, [\sigma] = 160МПа$$

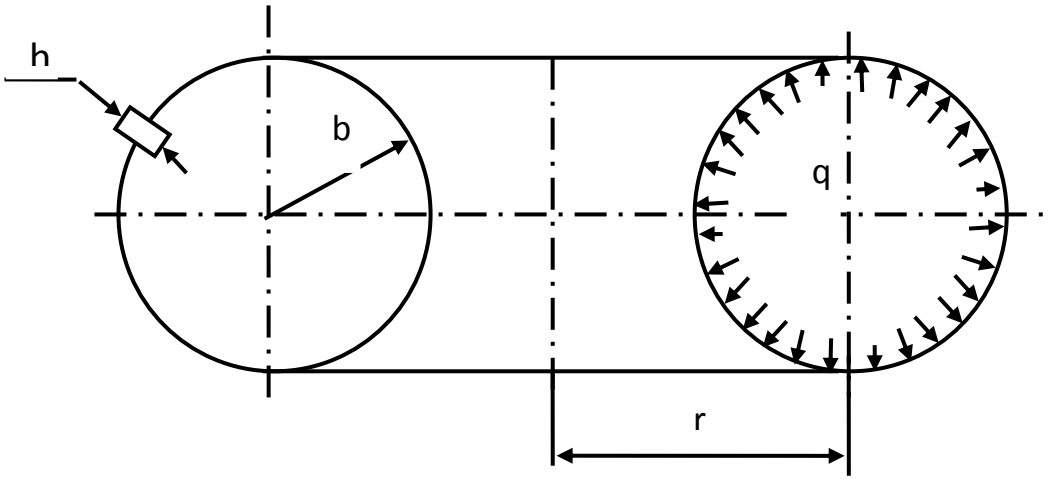


Рис.3. Изображение торовой оболочки

Представленные расчёты, были проведены для отвода газопровода радиуса b поперечного сечения с толщиной стенки h, находящегося под постоянным внутренним давлением q (рис. 3). При этом определены параметр тонкостенности μ (учитывает геометрические параметры, упругие свойства материала торовой оболочки – коэффициент Пуассона ν) в виде

$$\mu = \frac{b^2}{rh}\sqrt{12(1-\nu^2)},$$

Кроме того проведена проверка прочности по теории наибольших касательных напряжений (эти расчеты произведены в геометрически линейной постановке) [3].

В заключительной части работы проведен уточненный расчет оболочки с учетом геометрической нелинейности [3]

$$\sigma_{МН} = \sigma_{МЛ} /(1+\frac{q^0}{\mu-1}),$$

$$q^0 = \frac{qb^3}{D},\ D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)},$$

E - модуль Юнга, $\sigma_{МЛ}$ - изгибные напряжение в линейной постановке, $\sigma_{МН}$ - изгибные напряжения с учетом геометрической нелинейности.

Исходя из проделанных расчетов были получены следующие результаты: максимальные напряжения возникают на внутренней поверхности (по меньшему радиусу изгиба). Предложенные параметры

отвода удовлетворяют условиям прочности с большим запасомn=2,83. Данные вычисления были произведены в линейной постановке, также был проведен уточненныйрасчет, с учетом геометрической нелинейности. предполагаемую толщину оболочки δ можно снизить на 20-30%, что приведет к значительной экономии материала.

Теоретические результаты, полученные в работе, не учитывают всех проблем возникающих при проектировании магистральных газопроводов, связанных с необходимостью учета наличия посторонних включений, за счет которых могут происходить деформирования поверхностей (для этого в настоящее время применяются пылеуловители при отборе газа из газопровода), а также проблем, связанных с теоретически возможными перепадами давления в отводах трубопроводов в связи с аварийными ситуациями. Однако, анализируя полученные выражения, для напряжений, можно сделать вывод о том, что наибольшей степени деформации подвержена поверхность меньшего радиуса кривизны торовой поверхности. Исходные данные были выбраны с большим запасом прочности, следовательно предполагаемую толщину оболочки δ можно снизить на 20-30%, что приведет к значительной экономии материала.

Список литературы

1. Мирошин М.А., Кончина Л.В. Определение нагрузок отвода магистрального трубопровода // Информационные технологии, энергетика и экономика. Сборник трудов. Том 1. Секции 1,2,3. Смоленск: Универсум. 2014. С. 181-183.
2. Авдонин А.С. Прикладные методы расчета оболочек и тонкостенных конструкций // Книга по Требованию. 2012. – 404 с.
3. Аксельрад Э.Л. Гибкие оболочки. М.: Наука. 1976. – 376 с
4. Толкова Т.С., Куликова М.Г. Перспективные направления совершенствования технических систем пищевых производств // Сборник трудов IV-й Международной научно-технической конференции «Энергетика, информатика, инновации – 2014». В 2 т. Том 1. – Смоленск: Универсум, 2014. С.248-251.

Spisok literatury

1. Miroshin M.A., Konchina L.V. Opredeleniye nagruzok otvoda magistralnogo truboprovoda // Informatsionnye tekhnologii, energetika i ekonomika. Sbornik trudov. Tom 1. Sektsii 1,2,3. Smolensk: Universum. 2014. S. 181-183.
2. Avdonin A.S. Prikladnye metody rascheta obolochek i tonkostennykh konstruktsy // Kniga po Trebovaniyu. 2012. – 404 s.
3. Akselrad E.L. Gibkiye obolochki. M.: Nauka. 1976. – 376 s

4.Tolkova T.S., Kulikova M.G. Perspektivnye napravleniya sovershenstvovaniya tekhnicheskikh sistem pishchevykh proizvodstv // Sbornik trudov IV-y Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii

УДК 65.33

РОЛЬ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭТАНОЛА

Малахов Ю.Л., инженер-механотроник, аспирант,
malakhov_yl@baltika.com

Институт холода и биотехнологий Национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики (ИХиБТ НИУ ИТМО)

Мировые и отечественные тенденции производства этанола показывают большой рост предприятий по производству этанола. Это связано с тем что область применения этанола расширяется и набирает обороты. Так основными потребителями этанола в крупных объемах являются:пищевая промышленность, медицинская промы, химическая промышленност, топливная промышленность

Ключевые слова: этанол, теплообмен, теплопередача, фуражное зерно.

THE ROLE OF THE HEAT TRANSFER PROCESS IN ETHANOL PRODUCTION TECHNOLOGY.

Malakhov Y.L.,a mechatronics-engineer,a graduate student,
malakhov_yl@baltika.com

Institute of Refrigerationand Biotechnologies, National Research University of InformationTechnologies, Mechanicsand Optics (IR&BT NRU ITMO)

Global and domestic ethanol production trends show a large increase in ethanol plants. This is because the scope of ethanol expands and grows. Therefore, the main consumers of ethanol in large quantities are:food industry, medical industry, alcoholic beverage industry, perfume industry, chemical industry, fuel Industry.

Keywords:ethanol, heat transfer, heat exchange, grain feed

Наиболее важным аспектом развития этой промышленности, является замена углеводородного сырья на возобновляемое сырье для производства

этанола, а биоэтанол как одним из основных видов топлива.[1,3] По мировой оценке потребность в биоэтаноле для топливных целей составляет примерно 300 млн. дал в год. Это в значительной степени больше чем производится на данный момент.

Спиртовая промышленность на данный момент является энергозатратной и материалоемкой. Так для получения большого объема этанола нужно перерабатывать огромное количество растительного сырья. С этим связаны большие энергозатраты на осуществление технологического процесса его производства, тем самым снижается рентабельность производства, еще не маловажным фактором является утилизация большого количества отходов спиртового производства. Но эту проблему можно решить путем внедрения современных технологий и оборудования.

Одно из направлений совершенствования производства этанола из растительного сырья это направления, связанные с интенсификацией процесса тепло-массообменных процессов [2]. Существуют еще некоторые направления, но сейчас пока они нас не интересуют.

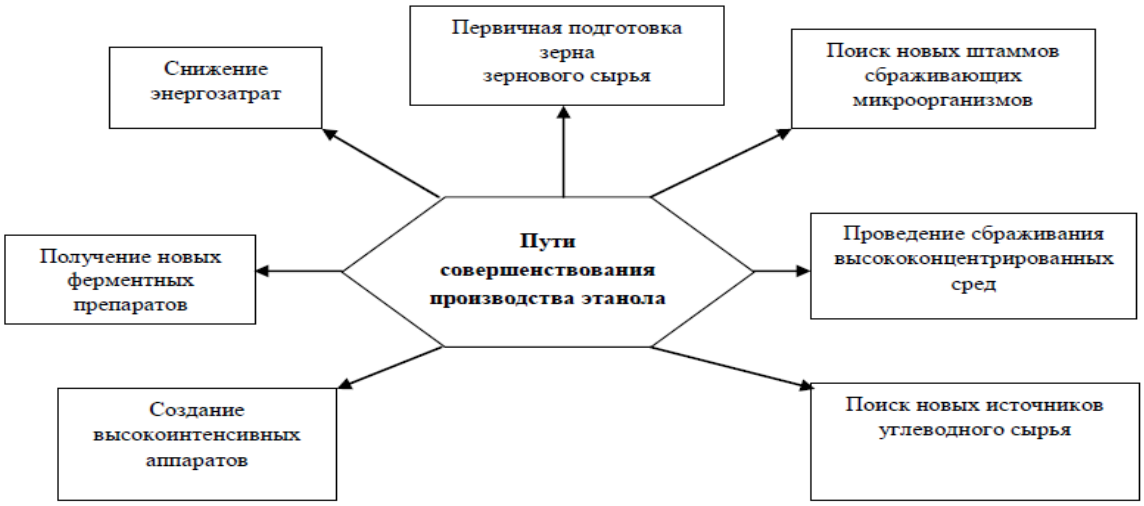


Рис. 1. Направления совершенствования производства этанола.

Производство пищевого этанола в основном осуществляется из растительного сырья, содержащего крахмал. Пример такого сырья: картофель, зерно, кукуруза.

В настоящее время картофель занимает видное место в сырьевом балансе спиртовой промышленности наряду с зерном и мелассой Меласса, или кормовая патока - отход свеклосахарного производства, содержащий около 50% сахара. и даже считается наиболее распространенным и экономичным сырьем для получения спирта. Картофельный крахмал легко разваривается, клейстеризуется и осахаривается. Кроме того, картофель отличается от зерновых повышенной урожайностью с единицы посевной площади картофеля можно получить спирта в 2-3 раза больше, чем с такой же площади зерновых.

В современных производствах для переработки на спирт применяют высокоурожайные технические сорта картофеля, обладающие высокой крахмалистостью, устойчивые при хранении.

Данное сырьё используют и в зарубежном производстве. Например, в Польше водка в большинстве своем производится из картофеля, о чем честно сообщается на этикетке.

Спирт из картофеля незаменим в фармацевтической, парфюмерной и ликероводочной промышленности.

Рожь, пшеница, ячмень и овес. Рожь (Secale), пшеница (Triticum), ячмень (Hordeum) и овес (Avena) широко возделыва-ются в России: рожь (преимущественно озимая) - в северных, северо-западных и центральных районах, во многих районах Сибири и Урала; пшеница - в Западной и Восточной Сибири, Поволжье; ячмень (преимущественно яровой) и овес - повсеместно - от субтропиков до Заполярья.В небольших количествах перерабатывают крупяные культуры - просо, гречиху и рис, некоторые продовольственные (горох) и кормовые (вику).

В среднем из 1 тонны зерна получают 34-35 дал пищевого этанола, а из картофеля всего 8-9.

Первый из технологических этапов где присутствует теплообмен, это метод инфракрасной обработки сырья (Растительное сырье мы выбрали зерно) [4]. ИК метод тепловой обработки зерна излучением позволяет на микроуровне изменить структуру и биохимические свойства зерна.

Инфракрасные лучи проникают в зерно, возбуждают его молекулы, вызывая интенсивную их вибрацию, при этом возникает трение, сопровождающееся выделением внутреннего тепла. Гигроскопическая влага испаряется, вследствие чего резко повышается давление. В результате зерно набухает, вспучивается, становится мягким, растрескивается за счет образования избыточного давления, вызванного внутренней десорбцией влаги. В эндосперме происходят глубокие преобразования структуры и биохимических характеристик, причем эти изменения носят необратимый и стабильный характер. Микроструктура эндосперма претерпевает глубокие изменения, происходят частичная или полная денатурация белков и декстринизация крахмала, в результате чего повышается содержание декстринов и сахаров. Происходит распад клетчатки, гемицеллюлозы, пектиновых веществ и других углеводов, из которых образованы стенки клеток и межклеточные перегородки зерна.

Еще один важный этап с участием теплообмена является проведение водно-тепловой обработки для осахаривания и сбраживания.

Температура клейстеризации зависит в основном от природы крахмала, величины гранул, наличия в воде солей и от других факторов. Так как в любом крахмале имеются гранулы различного размера, то правильно говорить не о точке клейстеризации, а о температурном интервале (начала и конца) клейстеризации. Температура клейстеризации пшеничного крахмала

54—62°С, ржаного 50— 55, ячменного 60—80, кукурузного 65—75, картофельного 59—64°С.[5]

Теплообмен так же влияет на реологические свойства растворов из зернового сырья (сусло) и пастеризацию.

Можно сделать вывод о том, что теплообмен при производстве этанола имеет очень важную роль, начиная от подготовки сырья заканчивая выпариванием спирта из ранее подготовленного раствора.

Библиография:

1. Акулов Н.И. О производстве топливного биоэтанола в России // Ликероводочное производство и виноделие, 2005, № 10, С. 4-5.
2. Ибрагимов Т.С. Совершенствование машинно-аппаратурной схемы производства этилового спирта: дис. канд. техн. наук. СПбНИУИТМО (ИХиБТ).- СПб., 2014. – 131 с.
3. Рассказчикова Т.В., Капустин В.М., Карпов С.А. Этанол как высокооктановая добавка к автомобильным бензинам // Химия и технология топлива и масел, 2004, № 4. С. 3–7.
4. Филатов В.В. и др. Инфракрасные технологии в переработке зернового сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2008, № 8, С. 76-78.
5. http://chem21.info/info/784027/

Literation:

1. Akulov N.I. O proizvodstvetoplivnogobioehtanola v Rossii // Likerovodochnoeproizvodstvoivinodelie, 2005, № 10, S. 4-5.
2. Ibragimov T.S. Sovershenstvovaniemashinno-apparaturnojskhemyproizvodstvaehtilovogospirta: dis. kand. tekhn. nauk. SPbNIUITMO (IHiBT).-SPb., 2014. – 131 s.
3. Rasskazchikova T.V., Kapustin V.M., Karpov S.A. Etanolkakvysokooktanovayadobavka k avtomobil'nymbenzinam // Himiyaitekhnologiyatoplivaimasel, 2004, № 4. S. 3–7.
4. Filatov V.V. idr. Infrakrasnyetekhnologii v pererabotkezernovogosyr'ya // Hranenieipererabotkasel'hozsyr'ya. – 2008, № 8, S. 76-78.
5. http://chem21.info/info/784027/

УДК 673.1.02.001.5

ПРИМЕНЕНИЕ СТРУЙНО - ИНЖЕКЦИОННЫХ АППАРАТОВ В ПИЩЕВОЙ ИНЖЕНЕРИИ

Матевосов Т.С., магистр bamper.93@mail.ru

Санкт-Петербурский Национальный Исследовательский Университет
Информационных Технологий, Механики и Оптики
Институт холода и Биотехнологий

В обзорной статье представлены отрасли промышленности в которых применяются аппараты КСИА. Виды КСИА и принцип действия данных аппаратов.

Ключевые слова: процессы , отрасли производства , потоки , КСИА

APPLICATION STRUYNO- INJECTION MACHINES IN FOOD ENGINEERING

Matevosov.T.S.,master Bamper.93@mail.ru

University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

In a review article presents the industries that use cell phones KSIA . KSIA types and principle of operation of these devices .

Keywords : processes, industries , streams, KSIA.

КСИА представляет собой вертикальный кожухотрубный теплообменник, в верхней крышке которого устанавливается специальная камера для образования струи, уноса газа и его диспергирования в жидкость. Многофазные потоки в каналах технологических аппаратов и трубопроводов находят всё большее применение в различных отрослях промышленности: в пищевой , микробиологической, фармацевтической промышленности, в атомной и теплоэнергетике, химической , при современной добыче и транспорте нефти и газа.

В пищевой и микробиологической отраслях промышленности гидродинамика газожидкостных и многофазных потоков во многом определяет интенсивность сорбционных и теплообменных процессов, а именно: на пивоваренных предприятиях – процессы варки пивного сусла и его брожения, спиртовых заводов - процессы механично -ферментативной обработки зернового сырья, его осахаривания и сбраживания , на дрожжевых заводах – процессы культивирования микроорганизмов , на заводах производящих безалкогольную продукцию- процессы сатурации напитков на основе воды молочкой сыворотки или фруктовых соков.

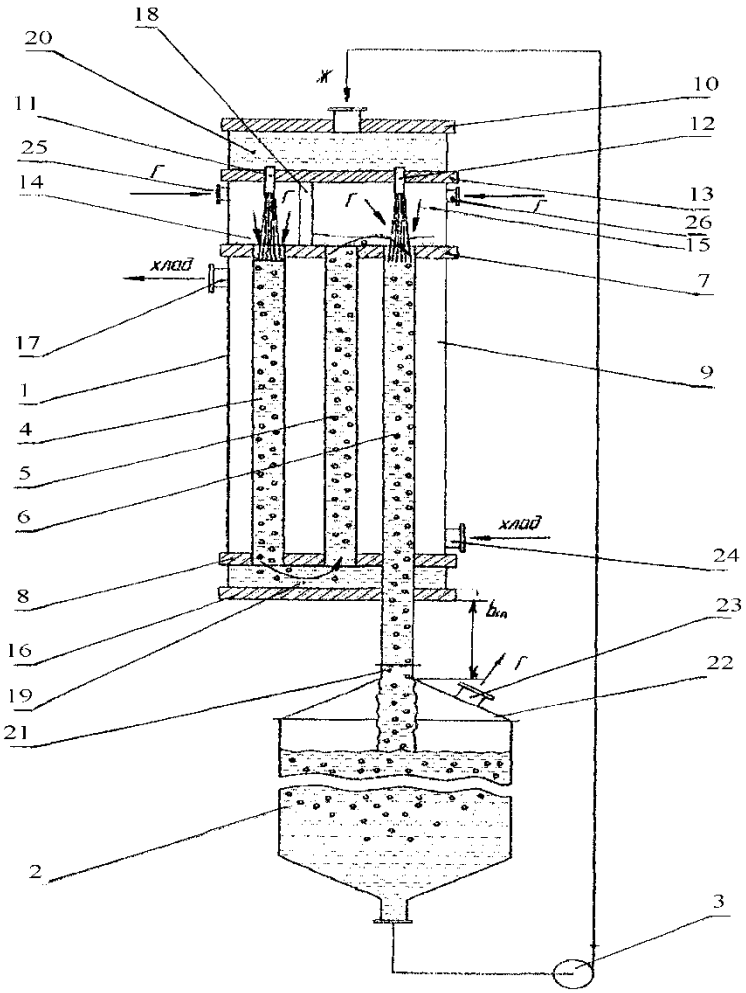
Применение КСИА:

1 Пищевая промышленность. Для проведения процессов сатурации при производства газированных напитков на основе воды и пищевых жидкостей;

2 Дрожжевая промышленность. Для проведения процессов культивирования микроорганизмов (хлебопекарные дрожжи);

3 Для последовательного проведения 3 технологических стадий спиртового производства.

В настоящее время ведутся работы по исследованию и созданию аппарата для водно –тепловой обработки зерна, осахаривания сусла, брожения.



Фиг. 1

На фиг.1 изображен кожухотрубный струйно-инжекционный ферментатор повышенной производительности по газовой фазе (КСИФ), состоящий из теплообменика-аэратора 1, емкости-накопителя 2 и циркуляционного насоса 3. Теплообменник-аэратор содержит вертикально расположенную опускную 4, подъемную 5 и сливную 6 трубы, соединенные верхней 7 и нижней 8 трубными решетками, соответственно, и размещенные соосно корпусу 9 внутри него. Над верхней трубной решеткой 7 расположена горизонтальная перегородка 13, образующая совместно с ней и корпусом 9 верхнюю газовую емкость 14. Над перегородкой 13, параллельно ей, размещена верхняя крышка 10, образующая с корпусом 9 верхнюю жидкостную емкость 20. Под нижней трубной решеткой 8 расположена нижняя крышка 16, образующая, совместно с ней и корпусом 9, нижнюю жидкостную емкость 19. Верхняя газовая емкость 14 разделена вертикальной перегородкой 18 на две камеры -

основную и дополнительную 15, каждая из которых имеет патрубок для подвода газа 25 и 26, соответственно.

В горизонтальной перегородке 13, над опускной и сливной трубами, соосно им, размещены основное 11 и дополнительное 12 сопла, соответственно.

Сливная труба 9 имеет продолжение, параллельно собой себе и проходит через нижнюю трубную решетку 8, нижнюю жидкостную камеру 19, нижнюю крышку 16 до приемного патрубка 21, расположенного соосно с емкостью-накопителем 2 в верхней его крышке 22. Нижний конец сливной трубы выступает за нижнюю крышку не менее чем на 0,5 длины подъемной трубы.

Кожухотрубный струйно-инжекционный ферментатор работает следующим образом. Емкость-накопитель 2 заполняют культуральной жидкостью и включают насос 3. Культуральная жидкость поступает в теплообменник-аэратор 1 через патрубок, размещенный в верхней крышке 10, и заполняет верхнюю жидкостную емкость 20. Из емкости 20 жидкость распределяется по соплам 11 и 12, вытекая из которых, образует свободные жидкостные струи. Струя жидкости, вытекающая из основного сопла 11, инжектирует воздух, находящийся в камере 14, в опускную трубу 4. Образовавшаяся мелкодисперсная газожидкостная смесь движется нисходящим потоком по опускной трубе 4 к нижнему ее концу, поступает в нижнюю жидкостную емкость 16 и далее в подъемную трубу 5. В подъемной трубе 5 газожидкостная смесь движется восходящим потоком к верхней ее части и поступает в дополнительную газовую емкость 15, в которой поток вновь меняет свое направление и поступает в сливную трубу 6. При входе газожидкостного потока в сливную трубу происходит взаимодействие его со свободной струей, вытекающей из дополнительного сопла 12, которая дополнительно инжектирует в него газ, увеличивая тем самым его содержание в культуральной жидкости, и, повторно, интенсивно диспергирует находящуюся в нем газовую фазу. Под напором этой струи газожидкостной поток движется нисходящим потоком в сливной трубе 6 к емкости-накопителю 2, а точнее, к приемному патрубку 21, расположенному в верхней крышке 22 емкости-накопителя 2 соосно ей. Из патрубка 21 газожидкостной поток поступает в рабочий объем емкости-накопителя 2, где происходит частичное отделение отработанного воздуха от культуральной жидкости, который отводится через патрубок 23, а дегазированная культуральная жидкость вновь поступает в циркуляционный насос 3. Отвод биологического тепла осуществляется путем подачи и отвода хладоносителя в межтрубное пространство теплообменника аэратора 1 через патрубки 17 и 24, соответственно.

Установка дополнительного сопла 12 над сливной трубой 6 позволяет решить две проблемы: проблему увеличения подачи газовой фазы в аппарат и проблему дополнительного диспергирования газовой фазы по ходу движения газожидкостного потока по трубам 4, 5, 6 от основного сопла 11 до

выхода его из теплообменника-аэратора 1. Оптимальным диапазоном диаметров основного сопла считается диапазон от 5 мм до 9 мм. При этом диаметр проходного сечения дополнительного сопла должен быть меньше диаметра проходного сечения основного сопла не менее чем в 1,2 и не более чем в 1,8 раза. Уменьшение диаметра проходного сечения дополнительного сопла, по отношению к диаметру основного сопла, позволяет при одинаковом давлении жидкости на входе (давление жидкости в верхней жидкостной камере 20) получать большую скорость истечения жидкости, а следовательно, большее количество инжектируемого газа и большую кинетическую энергию струи, которая в дальнейшем идет на диспергирование и перемешивание фаз в газожидкостном потоке.

Цель моей магистерской работы заключается в:

- изучении гидродинамических процессов в рабочем объёме кожухотрубного струйно-инжекционного аппарата (КСИА).

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- собрать, проанализировать и обобщить данные, имеющиеся в научно-технической и патентной литературе, касающиеся изучения механизма;

-разработать физическую модель механизма движения многофазной смеси по трубам КСИА при различных концентрация твёрдой фазы и выполнить количественную оценку значений уноса газа свободными струями из водно- зерновой суспензии;

- экспериментально проверить возможность движения трёхфазных потоков в трубах КСИА.

Основными преимуществами струйных аппаратов над другими конструкциями являются: высокие тепло-массообменные характеристики, отсутствие механических перемешивающих и диспергирующих устройств, отсутствие принудительной подачи газовой фазы в ферментатор, простота конструкции и эксплуатации.

Особенно важное значение эти факторы приобрели в связи с развитием малых производств, где применение малогабаритных высокоинтенсивных аппаратов является необходимым условием выживания при жесткой конкуренции между производителями пищевых производств.

Принцип действия КСИА основан на уносе газа поверхностью струи в объём той же жидкости, и организации газожидкостного потока внутри вертикально расположенных трубок теплообменника.

Достоинством абсорберов данного типа являются:

(Абсорбер (латинский *absorbeo* — поглощаю) — аппарат для поглощения газов, паров, для разделения газовой смеси на составные части растворением одного или нескольких компонентов этой смеси в жидкости, называемой абсорбентом (поглотителем). Абсорбер обычно представляет собой колонку с насадкой или тарелками, в нижнюю часть которой подается газ, а в верхнюю — жидкость; газ удаляется из абсорбера сверху, а жидкость

— снизу. Абсорбер применяется в химической, нефтеперерабатывающей и других отраслях промышленности.)

- простота конструкции;
- высокие скорости массообмена по сравнению с аппаратами других типов;
- возможность проведения одновременно процесса растворения газа и термической обработки среды;
- возможность работы аппаратов в режиме самовсасывания газа, что в некоторых случаях, например при аэробном культивировании микроорганизмов, исключает применение дорогостоящего и энергоёмкого газонагнетательного оборудования.
- возможность использования проведения массообменных процессов, как в газожидкостных системах, так и в трёхфазных потоках (система газ-жидкость-катализатор или газ-жидкость-клетка (квазитвёрдая фаза));
- возможность масштабного перехода и элементного моделирования.
- надёжность мойки и стерилизации аппарата вследствие простоты конструкции, что особенно важно в микробиологической промышленности.

Список литературы.

1. Сивенков А.В., Агаев К.Э., Лебедева Т.Я. Гидродинамический расчёт движения двухфазных потоков в вертикальных трубах кожухотрубного струйно-инжекционного аппарата (КСИА) с рециркуляцией жидкости и дополнительным соплом над сливной трубой.// Тезисы доклада в сборнике материалов научно-практической конференции «Актуальные проблемы развития технологии продуктов питания»// Воронеж, Истоки, 2008. – С.134-137.
2. Сивенков А.В., Новосёлов А.Г., Агаев К.Э., Лебедева Т.Я. Начало устойчивой работы кожухотрубного струйно-инжекционного аппарата.// Сборник работ студентов и аспирантов «Проблемы техники и технологии пищевых производств», СПб, СПбГУНиПТ, 2008. – С.50-57.
3. Сивенков А.В., Агаев К.Э., Дугнист А.В. Гидравлические сопротивления движению двухфазных потоков в вертикальных трубах кожухотрубных струйно-инжекционных аппаратов (КСИА). Известия Вузов. Пищевая технология, Краснодар, 2010, №1. – С.118-120.
4. Агаев К.Э., Ильичёв В.А. Лебедева Т.Я. «Изучение зависимости диаметра свободных струй жидкости от геометрических размеров сопел и расхода жидкости». Электронный научный журнал «Процессы и аппараты пищевых производств»/ ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий, – Электронный журнал – Санкт-Петербург: СПбГУНиПТ, 2011. – №2 – сентябрь 2011».
5. Агаев К.Э., Девяткин Ю.В., Лебедева Т.Я. Гидродинамика КСИА при начальном, установившемся режиме работы. Энергосберегающие процессы и аппараты в пищевых и химических производствах [Текст]:

материалы международной научно-технической интернет – конференции («ЭПАХПП-2011») / Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж : ВГТА, 2011. – С. 12 – 14.

6. Агаев К.Э., Девяткин Ю.В., Лебедева Т.Я. Исследование уноса газа в кожухотрубном струйно-инжекционном аппарате при частичной рециркуляции газовой фазы из опускной трубы. Энергосберегающие процессы и аппараты в пищевых и химических производствах [Текст]: материалы международной научно-технической интернет – конференции («ЭПАХПП-2011») / Воронеж. гос. технол. акад. – Воронеж : ВГТА, 2011. – С. 292 – 295.

7. Агаев К.Э., Новосёлов А.Г., Девяткин Ю.В., Дугнист А.В. Исследование уноса газа двухфазным потоком в трубы кожухотрубного струйно-инжекционного аппарата (КСИА). – Новые технологии, 2011, №4. – С. 11-14.

References.

1. Sivenkov A.V., Agaev K.E., Lebedeva T.Ya. Gidrodinamicheskiy raschYot dvizheniya dvuhfaznyih potokov v vertikalnyih trubah kozhuhotrubnogo struyno-inzhektsionnogo apparata (KSIA) s retsirkulyatsiey zhidkosti i dopolnitelnyim soplom nad slivnoy truboy.// Tezisyi doklada v sbornike materialov nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktualnyie problemyi razvitiya tehnologii produktov pitaniya»// Voronezh, Istoki, 2008. – S.134-137.

2. Sivenkov A.V., NovosYolov A.G., Agaev K.E., Lebedeva T.Ya. Nachalo ustoychivoy rabotyi kozhuhotrubnogo struyno-inzhektsionnogo apparata.// Sbornik rabot studentov i aspirantov «Problemyi tehniki i tehnologii pischevyih proizvodstv», SPb, SPbGUNiPT, 2008. – S.50-57.

3. Sivenkov A.V., Agaev K.E., Dugnist A.V. Gidravlicheskie soprotivleniya dvizheniyu dvuhfaznyih potokov v vertikalnyih trubah kozhuhotrubnyih struyno-inzhektsionnyih apparatov (KSIA). Izvestiya Vuzov. Pischevaya tehnologiya, Krasnodar, 2010, #1. – S.118-120.

4. Agaev K.E., IlichYov V.A. Lebedeva T.Ya. «Izuchenie zavisimosti diametra svobodnyih struy zhidkosti ot geometricheskih razmerov sopel i rashoda zhidkosti». Elektronnyiy nauchnyiy zhurnal «Protsessyi i apparatyi pischevyih proizvodstv»/ GOU VPO «Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyiy universitet nizkotemperaturnyih i pischevyih tehnologiy, – Elektronnyiy zhurnal – Sankt-Peterburg: SPbGUNiPT, 2011. – #2 – sentyabr 2011».

5. Agaev K.E., Devyatkin Yu.V., Lebedeva T.Ya. Gidrodinamika KSIA pri nachalnom, ustanovivshemsya rezhime rabotyi. Energosberegayuschie protsessyi i apparatyi v pischevyih i himicheskih proizvodstvah [Tekst]: materialyi

mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy internet – konferentsii («EPAHPP-2011») / Voronezh. gos. tehnol. akad. – Voronezh : VGTA, 2011. – S. 12 – 14.

6. Agaev K.E., Devyatkin Yu.V., Lebedeva T.Ya. Issledovanie unosa gaza v kozhuhotrubnom struyno-inzhektsionnom apparate pri chastichnoy retsirkulyatsii gazovoy fazyi iz opusknoy trubyi. Energosberegayuschie protsessyi i apparatyi v pischevyih i himicheskih proizvodstvah [Tekst]: materialyi mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy internet – konferentsii («EPAHPP-2011») / Voronezh. gos. tehnol. akad. – Voronezh : VGTA, 2011. – S. 292 – 295.

7. Agaev K.E., NovosYolov A.G., Devyatkin Yu.V., Dugnist A.V. Issledovanie unosa gaza dvuhfaznyim potokom v trubyi kozhuhotrubnogo struyno-inzhektsionnogo apparata (KSIA). – Novyie tehnologii, 2011, #4. – S. 11-14.

УДК 664.736

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИНАМИЧЕСКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ И ПОСТРОЕНИЕ НЕЙРОННОЙ МОДЕЛИ НА ОСНОВАНИИ ПРОВЕДЕННЫХ ОПЫТОВ

Минаева Л.В., аспирант, linya99@rambler.ru
Минаева Т.В., аспирант, minaeva_tanya@list.ru

Иститут холода и биотехнологий Национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО),

В статье описан процесс проведения опыта по измельчению плодов лимона лезвийным ножевым органом и построение нейронной модели экспериментальных исследований процесса измельчения.

Ключевые слова: динамическое измельчение, лимон, нейронная модель, лезвийный ножевой орган.

STUDY THE PROCESS OF DYNAMIC CRUSHING OF FRUITS AND VEGETABLES AND THE CONSTRUCTION OF A NEURAL MODEL BASED ON THESE EXPERIMENTS

Minayeva L.V., postgraduate, linya99@rambler.ru
Minayeva T.V., postgraduate, minaeva_tanya@list.ru

Institute of Refrigeration and Biotechnologies, National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (University ITMO),

In the article describes how the experiment chopping blade knife lemon fruit body and the construction of a neural model of experimental studies grinding process.

Keywords: dynamic milling, lemon, neural model, the knife blade body.

В области здорового питания в последнее время все чаще рассматривают такой напиток как «смузи». Технология его изготовления включает переработку свежих фруктов, ягод и овощей. Назначение смузи – утолять жажду, восстанавливать силы, возбуждать аппетит, повышать тонус организма. Данный напиток является среднегазированным сокосодержащим напитком с мякотью. [2]

Определяющей стадией в производстве фруктового наполнителя является гидромеханическое измельчение основного сырья. Фракционный состав полученной кашицы определяет качество наполнителя.

В производстве фруктового пюре повышения качества готового продукта и снижения отходов можно добиться с помощью выбора оптимальных аппаратурно-технологических параметров проведения процесса и разработкой удобной системы управления.

Машины, использующие способ измельчения резанием получили наибольшее распространение, так как резание, по сравнению с разрушением материала смятием или ударом, является наименее энергоемким. [1]

Целью работы является исследование процесса динамического измельчения плодов и овощей, позволяющее целенаправленно рассчитывать конструктивные параметры, определить области применения и допустимые режимы работы проектируемого аппарата. На основе анализа, экспериментальных и теоретических исследований процесса динамического измельчения, дать предложения по совершенствованию режимов процесса измельчения

Анализ параметров режущего органа аппарата в плоскости резания указывает на большое значение формы линии лезвия ножа для работы аппарата. Форма линии лезвия должна обеспечивать наименьший расход энергии на резание материала, минимальную неравномерность нагрузки на вал и защемление материала режущей кромкой по всей рабочей длине лезвия. [4]

Было проведено аналитическое исследование различных форм ножей для плосковращательных аппаратов, при котором было рассмотрено большинство из возможных форм ножей, дана оценка их достоинствам и недостаткам и определена целесообразность их применения. Из всех криволинейных форм для ножей наиболее предпочтительна форма эксцентрической окружности. С производственной точки зрения она несколько сложнее прямолинейной, но значительно проще других криволинейных форм.

Были проведены экспериментальные исследования, целью которых является проверка оптимальности работы спроектированного устройства.

Проанализированы основные результаты эксперимента, которые позволили выработать рекомендации по дальнейшему совершенствованию систем аналогичного типа.

Механическая часть экспериментальной установки выполнена из расчета, что объем готового напитка по рецептуре составляет 500 мл. Установка состоит из рабочего органа, представляющем собой ножевую головку, закрепленную на валу, который в свою очередь находится в полости дежи, закрепленной на опоре, и неподвижном основании.

Первоначально, для проведения процесса измельчения плодов и овощей лезвийными ножами необходимо определить, при каком режиме проведения экспериментов будут получены наиболее оптимальные выходные параметры процесса. Опыты показали существенное влияние на показатели измельчения количества добавляемой в процессе воды и время ее добавления. В результате исследований необходимо определить методику процесса измельчения плодов для производства лимонного напитка с мякотью (смузи). Для этого важным критерием является дисперсность измельченного продукта и однородность состава полученного напитка. [3]

Помимо определения режимов проведения экспериментов, необходимо было рассмотреть влияние изменения частоты вращения ножевой головки, геометрических размеров чаши аппарата для измельчения и количества ножей режущей головки.

Для выявления входных параметров, оказывающих наибольшее влияние на выходные параметры процесса, было проведено построение нейронной модели экспериментальных исследований процесса измельчения плодов и овощей лезвийным ножевым органом. [5] Нейронные сети - исключительно мощный метод моделирования, позволяющий воспроизводить чрезвычайно сложные зависимости. В частности, нейронные сети *нелинейны* по своей природе.

Способность нейронной сети делать точный прогноз на данных, не принадлежащих исходному обучающему множеству, (но взятых из того же источника) является обобщением. Обычно это качество сети достигается разбиением имеющихся данных на три подмножества: первое из них используется для обучения сети, второе - для кросс - проверки алгоритма обучения во время его работы, и третье - для окончательного независимого тестирования.

Разработка модели производится с помощью программного комплекса NeuroShell 2. Так при оценке важности входных параметров на выходной параметр - средняя масса частицы, получаемую в процессе измельчения на верхнем сите, представлены следующие результаты рис. 1.

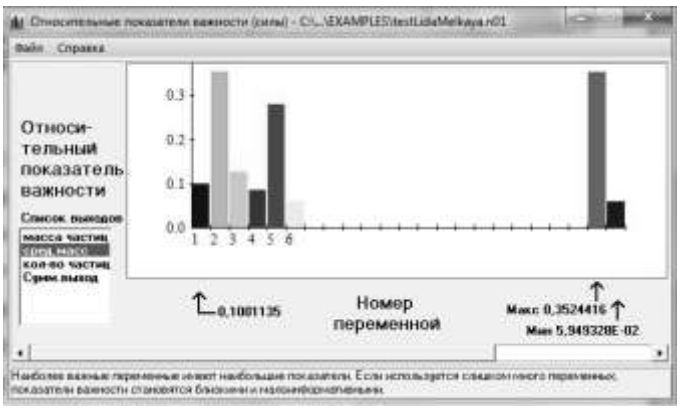


Рис. 1 - Относительные показатели важности входных параметров на среднюю массу частицы.

Из рис. 1 видно, что наибольшее влияние на величину средней массы частицы оказывает время гидромеханического измельчения (2) и количество воды (5), добавляемой в процессе измельчения. Высота дежи аппарата (6) является наименее значимым параметром для средней массы частицы.

Нейронная модель может быть использована для анализа процессов, имеющих чрезвычайно сложные зависимости не линейного характера.

Список литературы

1. Алексеев Г.В., Головацкий Г.А., Краснов В.Н. Некоторые направления повышения эффективности технологического оборудования для переработки пищевого сырья // Известия Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий. 2007. № 3. с. 32-37.

2. Минаева Л.В., Минаева Т.В., Синявский Ю.В. Интенсификация процесса измельчения плодов и овощей при производстве напитков с мякотью // III Международная научно-техническая конференция «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений» –2013. № 1 (13) ISBN 978–5–00032–021–1, 295–298 с.

3. Минаева Л.В., Минаева Т.В. Интенсификация процесса измельчения плодов при производстве напитков типа смузи. //I студенческий инновационный форум с международным участием «ПОТЕНЦИАЛ» – 2013. – Вып. 1, 88 – 90 с.

4. Алексеев Г.В. Математические методы в пищевой инженерии. Учебное пособие для студентов, обучающихся по специальностям и профилям бакалавриата "Пищевая инженерия" и "Машины и аппараты пищевой промышленности"/ Г.В. Алексеев, А.Б. Вороненко, Н.И. Лукин. Санкт-Петербург - 2012.

5. Алексеев Г.В., Даниленко Е.А. Возможности моделирования измельчения пищевых добавок для продуктов функционального питания // Вестник Международной академии холода - 2011. - №4. с. 35-39.

Spisok literatury

1. Alexeev G.V., Golovackij G.A., Krasnov V.N. Nekotorye napravlenija povyshenija jeffektivnosti tehnologicheskogo oborudovanija dlja pererabotki pishhevogo syr'ja // Izvestija Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta nizkotemperaturnyh i pishhevyh tehnologij. 2007. № 3. s. 32-37.
2. Minaeva L.V., Minaeva T.V., Sinjavskij Ju.V. Intensifikacija processa izmel'chenija plodov i ovoshhej pri proizvodstve napitkov s mjakot'ju // III Mezhdunarodnaja nauchno-tehnicheskaja konferencija «Novoe v tehnologii i tehnike funkcional'nyh produktov pitanija na osnove mediko-biologicheskih vozzrenij» –2013. № 1 (13) ISBN 978–5–00032–021–1, 295–298 s.
3. Minaeva L.V., Minaeva T.V. Intensifikacija processa izmel'chenija plodov pri proizvodstve napitkov tipa smuzi. //I studencheskij innovacionnyj forum s mezhdunarodnym uchastiem «POTENCIAL» – 2013. – Vyp. 1, 88 – 90 s.
4. Alexeev G.V. Matematicheskie metody v pishhevoj inzhenerii. Uchebnoe posobie dlja studentov, obuchajushhihsja po special'nostjam i profiljam bakalavriata "Pishhevaja inzhenerija" i "Mashiny i apparaty pishhevoj promyshlennosti"/ G.V. Alexeev, A.B. Voronenko, N.I. Lukin. Sankt-Peterburg - 2012.
5. Alexeev G.V., Danilenko E.A. Vozmozhnosti modelirovanija izmel'chenija pishhevyh dobavok dlja produktov funkcional'nogo pitanija // Vestnik Mezhdunarodnoj akademii holoda - 2011. - №4. s. 35-39.

УДК 67.05

РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ АППАРАТА ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ СФЕРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Минаева Т.В., аспирант, minaeva_tanya@list.ru
Минаева Л.В., аспирант, linya99@rambler.ru

Иститут холода и биотехнологий Национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО)

В статье описана конструкция аппарата, реализующего длительное хранение плодов и овощей сферической формы путем минимизации потерь при охлаждении и его моделирование с использованием программной среды COMSOL Multiphysics.

Ключевые слова: хранение, хранение плодов и овощей, охлаждение, моделирование, COMSOL Multiphysics.

DESIGN AND SIMULATION OF LONG-TERM STORAGE APPARATUS OF FRUITS AND VEGETABLES SPHERICAL SHAPE

Minayeva L.V., postgraduate, linya99@rambler.ru
Minayeva T.V., postgraduate, minaeva_tanya@list.ru

Institute of Refrigeration and Biotechnologies, National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (University ITMO)

This article describes the design of the device that implements the long-term storage of fruits and vegetables a spherical shape by minimizing losses during cooling and its simulation using the software environment COMSOL Multiphysics.

Keywords: storage, storage of fruits and vegetables, cooling, modeling, COMSOL Multiphysics.

Практически все отрасли производства применяют искусственное охлаждение, которое является необходимым для сохранения качества продукции.

Целью настоящей работы является разработки конструкции аппарата, повышающего эффективность охлаждения продукта без подмораживания и предотвращающую слеживание продукта в процессе хранения, уменьшая потери при охлаждении и хранении плодов и овощей и моделирование данного аппарата с использованием программной среды COMSOL Multiphysics: проектирование модели тепловых потоков в разрабатываемом аппарате, позволяющие описать распределение тепла в установке, подобрать необходимые конструктивные параметры и оценить эффективность охлаждения заданного продукта.

Практической ценностью и реализацией результатов работы является разработка конструкции аппарата охлаждения и кратковременного хранения плодов и овощей; разработанная конструкция повышает эффективность охлаждения продукта без подмораживания и имеет конструкцию, предотвращающую слеживание продукта в процессе хранения; имеет компактную конструкцию и может быть использована в качестве узла в более сложном оборудовании.

Такие основные качественные показатели оборудования для охлаждения продуктов как поддержание требуемых условий, надежность, удобство в эксплуатации, уменьшение потерь являются интересными [1]. На данный момент можно отметить высокую заинтересованность компаний в производстве охлаждающего оборудования, имеющего меньшие потери и высокую долговечность.

Также наблюдается большое разнообразие конструкций охлаждающего оборудования, представленных на рынке, и постоянная модернизация оборудования свидетельствует об интересе к ним.

Решение ряда существующих задач связано с разработкой нового принципа построения охлаждающих аппаратов, наиболее отвечающих требованиям пищевой промышленности.

Техническими задачами разрабатываемого аппарата являются создание аппарата, который сочетает в себе компактную конструкцию с повышением надежности в работе и эффективности охлаждения продукта без подмораживания при предотвращении его слеживания при хранении [2].

На рис. 1 схематически изображено предлагаемое устройство, общий вид и рабочая камера без охлаждающей рубашки.

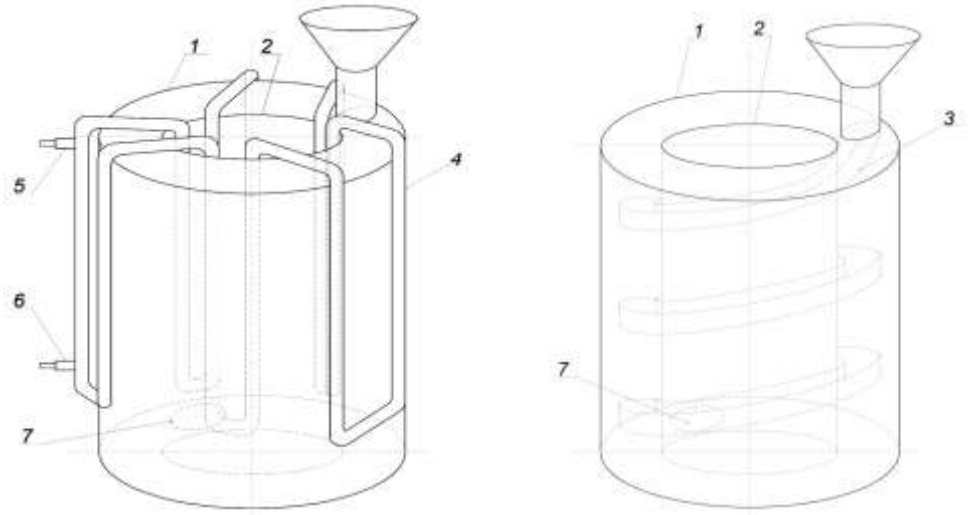


Рис. 1 Устройство для кратковременного хранения фруктов и овощей, общий вид и рабочая камера аппарата без охлаждающей рубашки

Работает устройство при кратковременном хранении овощей и фруктов следующим образом. При поступлении фруктов и овощей в загрузочную воронку рабочего корпуса, выполненного в виде тора с внешней стенкой 1 и внутренней стенкой 2, они самотеком поступают через отверстие по винтовой спирали 3, где последовательно распределяются по всей длине спирали. Предварительно через штуцер 5 в систему охлаждения поступает хладагент, который циркулирует в охлаждающей рубашке 4. Охлаждающая рубашка выполнена из U-образных трубчатых элементов, установленных последовательно с чередованием по наружным поверхностям внешней 1 и внутренней 2 стенок тороидальной рабочей камеры по ее образующей, причем отдельные трубчатые элементы установлены так, что относительно продольной оси рабочей камеры их наиболее продолжительные участки имеют одинаковое угловое смещение друг относительно друга. По мере циркуляции, использованный хладагент выводится из аппарата через нижний штуцер 6. Охлажденные фрукты по мере надобности могут быть извлечены из аппарата через разгрузочное отверстие 7.

Описанная конструкция расширяет возможности устройства для хранения фруктов и овощей и позволяет выполнить поставленные технические задачи [3].

При проектировании установки, необходимо учитывать холодопроизводительность по самым неблагоприятным факторам работы оборудования [4].

Для моделирования тепловых полей воспользовались программной средой COMSOL Multiphysics.

Теплообмен (теплопередача) - самопроизвольный необратимый процесс распространения теплоты в пространстве. Под понятием распространение теплоты понимается обмен внутренней энергией между отдельными областями рассматриваемой среды.

Температурное поле - совокупность значений температуры в различных точках пространства в разные моменты времени. Результаты проектирования представлены на рис. 2.

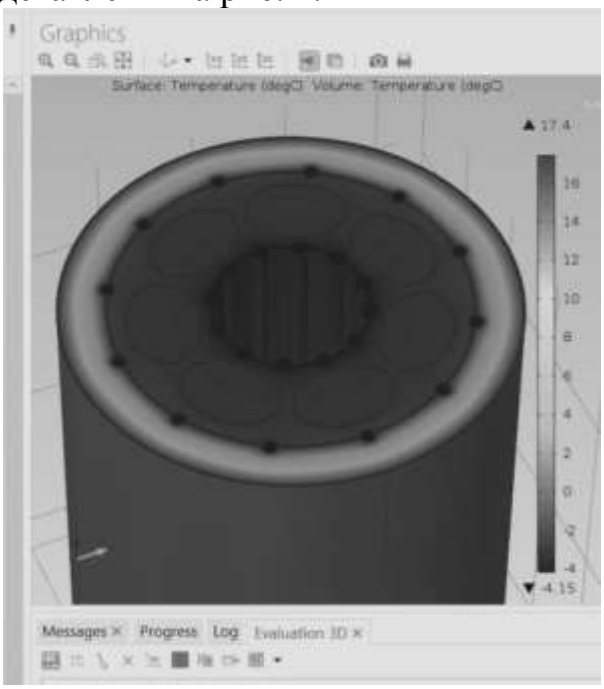


Рис. 2 Поле температур

Анализ результата показывает, что распределение температуры в области хранения продуктов практически равномерно.

Для оценки эффективности тепловой изоляции данной конструкции проводилась оценка теплового потока от наружной поверхности [5]. Теплопотери в окружающую среду составляют Q=6,7 Вт или 0,08%, что говорит о высокой эффективности предлагаемой конструкции теплоизоляции.

Выводы: осуществлено моделирование тепловых полей устройства кратковременного хранения плодов и овощей, на основе которого подобраны оптимальные параметры установки. При соответствии данным рекомендуемым показателям внутри аппарата будет поддерживаться необходимая температура хранения продуктов и теплопотери от изоляции в окружающую среду составят 0,08%.

Список литературы

1. Алексеев Г.В., Головацкий Г.А., Краснов В.Н. Некоторые направления повышения эффективности технологического оборудования для переработки пищевого сырья // Известия Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий. 2007. № 3. с. 32-37.

2. Минаева Т.В., Минаева Л.В. Проектирование аппарата длительного хранения овощей и фруктов // III Международная научно-техническая конференция «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений» -2013. - № 1 (13) ISBN 978-5-00032-021-1. С. 298-299.

3. Минаева Т.В., Алексеев Г.В. Development of the device of long storage of citrus fruits by minimization of losses during cooling Разработка аппарата длительного хранения цитрусовых плодов путем минимизации потерь при охлаждении // Научный журнал НИУ ИТМО Серия "Процессы и аппараты пищевых производств" -2013. - № выпуск 2(13).

4. Алексеев Г.В. Математические методы в пищевой инженерии. Учебное пособие для студентов, обучающихся по специальностям и профилям бакалавриата "Пищевая инженерия" и "Машины и аппараты пищевой промышленности"/ Г.В. Алексеев, А.Б. Вороненко, Н.И. Лукин. Санкт-Петербург - 2012.

5. Алексеев Г.В., Даниленко Е.А. Возможности моделирования измельчения пищевых добавок для продуктов функционального питания // Вестник Международной академии холода - 2011. - №4. с. 35-39.

Spisok literatury

1. Alexeev G.V., Golovackij G.A., Krasnov V.N. Nekotorye napravlenija povyshenija jeffektivnosti tehnologicheskogo oborudovanija dlja pererabotki pishhevogo syr'ja // Izvestija Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta nizkotemperaturnyh i pishhevyh tehnologij. 2007. № 3. s. 32-37.

2. Minaeva T.V., Minaeva L.V. Proektirovanie apparata dlitel'nogo hranenija ovoshhej i fruktov // III Mezhdunarodnaja nauchno-tehnicheskaja konferencija «Novoe v tehnologii i tehnike funkcional'nyh produktov pitanija na osnove mediko-biologicheskih vozzrenij» -2013. - № 1 (13) ISBN 978-5-00032-021-1. S. 298-299.

3. Minaeva T.V., Alexeev G.V. Development of the device of long storage of citrus fruits by minimization of losses during cooling Razrabotka apparata dlitel'nogo hranenija citrusovyh plodov putem minimizacii poter' pri ohlazhdenii // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO Serija "Processy i apparaty pishhevyh proizvodstv" - 2013. - № vypusk 2(13).

4. Alexeev G.V. Matematicheskie metody v pishhevoj inzhenerii. Uchebnoe posobie dlja studentov, obuchajushhihsja po special'nostjam i profiljam bakalavriata "Pishhevaja inzhenerija" i "Mashiny i apparaty pishhevoj promyshlennosti"/ G.V. Alekseev, A.B. Voronenko, N.I. Lukin. Sankt-Peterburg - 2012.

5. Alexeev G.V., Danilenko E.A. Vozmozhnosti modelirovanija izmel'chenija pishhevyh dobavok dlja produktov funkcional'nogo pitanija // Vestnik Mezhdunarodnoj akademii holoda - 2011. - №4. s. 35-39.

УДК 621.311.24:621.314

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ И НЕВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Мингалимова Е.Р., магистрант, ekaterina.mingalimova@gmail.com
Рахманов Ю.А., к.т.н.,rahmanovua2010@gmail.com

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики,
Институт холода и биотехнологий

В статье рассмотрены основные виды возобновляемых и невозобновляемых источников энергии, характеристики режимов отпуска и потребления энергии. Выявлена потребность в аккумулировании энергии в виде водорода и метана, рассмотрены основные методы и технологии их хранения.

Ключевые слова: водород, адсорбция, метан, тепловая труба, источники энергии.

ENERGY SAVING IN SYSTEMS WITH THE USAGE OF RENEWABLE AND NON-RENEWABLE POWER SOURCES

Mingalimova E.R., master, ekaterina.mingalimova@gmail.com
Rachmanov Y.A., PhD in engineering, rahmanovua2010@gmail.com

St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics,
Institute of Refrigeration and biotechnology

The article describes the main types of renewable and non-renewable energy sources, the characteristics of modes of energy supply and consumption. It was identified the demand of energy storage in the form of hydrogen and methane, considered separately methods and technologies of hydrogen and methane storage.
The Keywords: hydrogen, adsorption, methane, heat pipe, energy sources.

Энергетика является одной из основных отраслей народного хозяйства, которая на сегодняшний день обсуждается не только с экономической и политической точки зрения, но и с технической. Основными источниками энергии являются уголь, природный газ, нефть и даже ядерная энергия, однако биоэнергия приобретает всё большее значение, в плане исследования и развития.

Солнечные энергетические и ветроэнергетические установки вырабатывают достаточно энергии, необходимо только научиться хранить полученную энергию в промышленных масштабах. Возобновляемая энергетика быстро развивается сейчас во всем мире, и её будущее зависит от решения проблемы с накапливанием получаемой энергии, ведь пики потребления энергии не всегда совпадают с периодами, когда есть солнечные или ветряные потоки [1]. Исследования по решению данной проблемы проводятся в различных направлениях.

Энергосбережение в традиционных энергоносителях может достигаться за счет аккумулирования энергии, производимой в периоды её минимального потребления.

Возможности использования водорода исследуется во всем мире, его применяют в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания и газотурбинных установок, тепловых электростанций, в технологических установках в промышленности, в быту.

Успех в разработке новых водородных технологий, топливных элементов на водороде и метане, показал, что использование метана приводит к качественно новым решениям экологических и энергетических проблем [2].

В последниегоды значительное внимание было уделено исследованию возможности аккумулирования водорода за счёт физической адсорбции на различныхадсорбентах: активных углях, углеродные нанотрубках, нановолокнах, фуллеренах и их производных. Эффект адсорбции на твёрдых адсорбентахсущественно зависит от их пористости и химического состояния поверхности.

Применение активированного угля является хорошим методом хранения метана, так как газ можно собрать при низком давлении, и он будет занимать меньший объем и массу, по сравнению с большими баллонами под давлением.

Исследования, которые были проведены в России, Японии и США показали, что достичь уровня сорбции более 200 объемов метана в объеме

адсорбента возможно только при размерах пор адсорбента менее 2 нМ и удельной поверхности адсорбента более 1000 $м^2/г$ [3].

Баллон, заполненный адсорбентом при давлении 35 атмосфер, будет содержать то же количество газа, что и при давлении 250 атмосфер в незаполненном баллоне, однако при этом вес баллона снизится в 1,5 раза [4].

Аналогичные задачи ставятся при обеспечении потребителей природным газом в районах удаленных от газопровода.

Преимущество водорода связано с экологической чистотой. Адсорбированный водородосодержащий газ является перспективной альтернативой для существующих технологий хранения газа, поскольку то же количество газа может храниться при меньшем давлении (2-6 МПа) в тонкостенном баке, и метод не требует дорогостоящих и громоздких сжатий или сжижения. Ключевыми моментами, использования технологий адсорбированного газа, являются высокие сорбирующие свойства и сосуды с тепловым управление. Проблема в том, что в соответствии с термодинамическими законами, в процессе адсорбции, температура газа увеличивается.

Соответственно, снижение температуры в течение адсорбции обеспечивает сокращение времени наполнения емкости.

Водород потенциально может храниться при высокой плотности и низком давлении в металлических гидридах. В настоящее время металлические гидриды были коммерциализированы, и гидридные баки являются коммерчески доступными. DaimlerBenz, Honda и Mazda среди нескольких автомобильных компаний, которыми были проверены гидриды металлов для автомобильного транспорта. Были продемонстрированы баки для хранения водорода, в которых сочетается низкая температура FeTi и высокая температура гидрида Mg2Ni. Однако, остается несколько вопросов. Гидриды требуют значительной тепловой энергии, так как они адсорбируют водород. Таким образом, гидридные баки, как правило, должны быть построены с подогревом и охлаждением, которые обеспечивают быструю заправку и десорбцию, снижение объемной и весовой плотности хранимой энергии.

Многие металлы и сплавы также могут обратимо адсорбировать большое количество водорода, но энергия адсорбции в области 50-100 кДж/моль.

Сорбционная энергия различных углеродных материалов - только 2-10 кДж/моль. Снижение давления хранения при сохранении высокой гравиметрической и объемной плотности представляет собой цель сократить расходы и увеличить безопасность. Система терморегулирования может использоваться для охлаждения сорбента.

Предлагается изменить поток направления в течение разряда от осевого к радиальному с помощью перфорированной трубки, вставленной в центр цилиндра. Тонкая перфорированная трубка помогает организовать радиальное движение газа внутри сорбента. Порошкообразный

активированный уголь с достаточно высокой сорбционной емкостью будет использован в качестве сорбента. Например, емкость была 0.134 м3/кг при температуре окружающей среды 293 К и давлении 2 МПа. Во время выхода газа из бака температура падает до 37 К внутри сорбента и общее количество десорбированного газа было на 25 % меньше, если сравнивать с изотермическими условиями.

Еще одно преимущество хранения при сниженном давлении - использование более легких материалов в изготовлении сосудов для хранения газа, как, например, алюминий.

Целью такого подхода является снижение веса сосуда, который сегодня составляет около 70 кг.

Диапазон рабочих температур 233 до 323 К при криогенных температурах не должны быть приемлем по экономическим причинам.

На рисунке 1 представлена крио-адсорбционная емкость для хранения водорода[6,7]. Она имеет семь труб под давлением, которые заполняются порошковым активированным углем для хранения водорода. Трубы один метр длиной с внутренним диаметром 80 мм изготовлены из нержавеющей стали. Напорные трубки, расположенные внутри сосуда, могут быть заполнены жидкостью азот (LN2) для охлаждения сосуда. Сосуды для жидкого азота также заполнены нагревательным материалом в целях достижения лучшего теплового распределение вдоль трубы. На стенках сосудов также находится нагревательный материал.

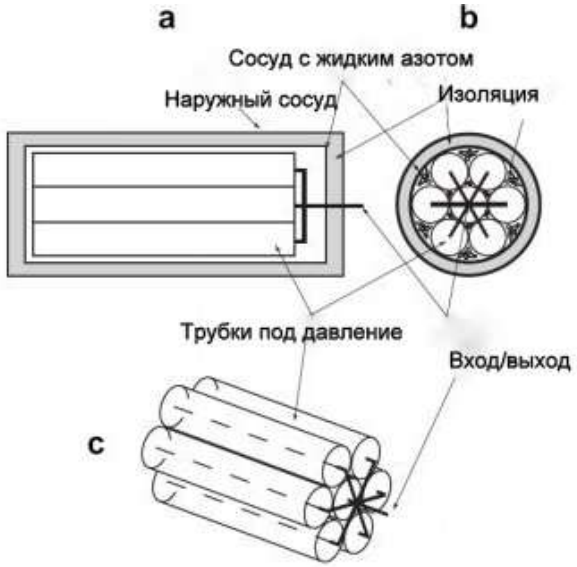


Рис. 1 Крио-адсорбционная емкость для хранения водорода

С этой параметризации, каждая трубка содержит 2 кг адсорбента и может хранить около 144 г водорода, так что давление трубы в 35 Па необходимы для того, чтобы достичь емкости 5 кг при давлении 3 мПа [7].

Следует отметить, что тепло или холод должно быть доставлено как можно ровнее, чтобы все порции сорбента поместились в сосуд. Тепловые трубы выполнены в виде полого тонкостенного металлического цилиндра.

Расчетное давление бака составляет 3,5-6 МПа. Каждая отдельная секция сделана из алюминия (или армированного пластика) и брикета, наполненного сорбентом, материалом, где водородсодержащий газ находится в адсорбированном и сжатом состояниях. Тепловые трубы могут быть легко реализованы внутри сорбционного сосуда благодаря своей гибкости, высокой эффективности передачи тепла, экономичности, надежности, длительного срока жизни, и простой технологии изготовления. Металлические пластины на поверхности тепловой трубы служат для интенсификации передачи тепла в сорбент. Эффективность данной системы для выполнения теплового контроля сорбента в процессе его сорбции/десорбции обеспечивают тепловые трубы теплообменника. Ровной прямоугольной формы, а не цилиндрической – это удобно для транспортировки газа. Каналы для подачи газа изготовлены методом экструзии внутри алюминиевый корпус.

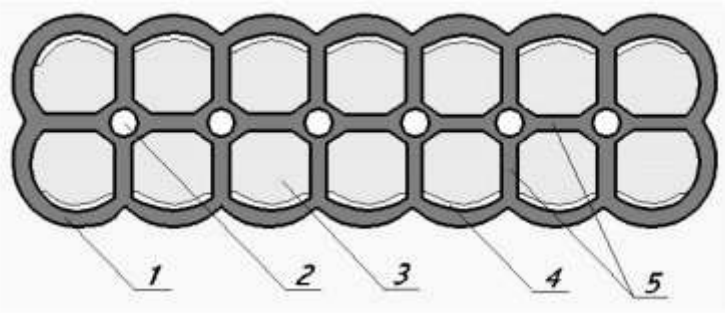


Рис. 2 Сосуд для хранения водородосодержащего газа

(1 – корпус сосуда, 2 - тепловая трубка, 3 - сорбент; 4 - канал для удаления газа, 5 - продольные ребра)

Чтобы уменьшить негативное влияние скрытой теплоты, нагревательный элемент находится возле оси цилиндра. Сосуд для хранения газа собран из отдельных цилиндрических сосудов (Рис.2), предлагается уменьшить толщину сорбента. Отдельный цилиндрический сосуд расположен внутри плоского корпуса, который может быть заполнен теплоносителем. Они располагаются параллельно, полностью отделены друг от друга и имеют одинаковые емкости на входе/выходе. Микропористый твердый сорбент упакован в цилиндр, чтобы увеличить плотность хранения и снизить рабочее давление (3.5-6 МПа).

Одна из проблем энергетики, основанной на крупных электростанциях (атомных, ГЭС, ТЭЦ), состоит в наличии пиков и падений потребления энергии, невозможности быстрого регулирования станций большой мощности и необходимости запасать энергию во время спадов. Предполагается, что водородная энергетика предоставит возможность аккумулирования этой избыточной энергии.

Список литературы

1. А. Б. Алхасов. Ред. В. Е. Фортов. Возобновляемая энергетика. – М.: Физматлит, 2010 . – 256 с.

2. Бекман Г., Гилли П. Тепловое аккумулирование энергии. Пер. с англ. под ред. д.т.нВ.М.Бродянского. - М.: Мир, 1987. - 272 с.

3. Мишкинис, Донатас Альгирдо. Сорбционные системы рационального хранения и высокоэффективного использования природного газа : Автореф. дис. канд. техн. наук : 01.04.14. Нац. АН Беларуси. Ин-т тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова. Минск, 2000

4. Проект ANGEL. Создание сорбента для хранения и транспортировки газа. ИТЦ ООО «СИТИС». г.Саров, версия3, 29.08.2013

5. Р.В. Городов, В.Е. Губин, А.С. Матвеев. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие. – 1-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 294 с.

6. Vasiliev L.L, Kanonchik L.E, Mishkinis D.A, Rabetsky M.I. A new method of Methane Storage and Transportation // Int. J. Enviromentally Conscious Design &Manufacting. 2000. Vol. 9. Pp. 35–62.

7. Vasiliev L.L., Kanonchik L.E., Alyousef Yousef M. Advanced Sorbents for Thermally Regulated Hydrogen Vessel // Int. J. Applied Thermal Engineering. 2010, Vol. 30. Pp. 908-916.

8. Стырикович М.А., Шпильрайн Э.Э. Энергетика. Проблемы и перспективы. М.: Энергия, 1981 -192 с

Spisokliteratury

1. A. B. Alhasov. Red. V. E. Fortov. Vozobnovlyaemaya energetika. – M.: Fizmatlit, 2010 . – 256 s.

2. Bekman G., Gilli P. Teplovoe akkumulirovanie energii. Per. s angl. pod red. d.t.nV.M.Brodyanskogo. - M.: Mir, 1987. - 272 s.

3. Mishkinis, Donatas Algirdo. Sorbtsionnyie sistemyi ratsionalnogo hraneniya i vyisokoeffektivnogo ispolzovaniya prirodnogo gaza : Avtoref. dis. kand. tehn. nauk : 01.04.14. Nats. AN Belarusi. In-t teplo- i massoobmena im. A. V. Lyikova. Minsk, 2000

4. Proekt ANGEL. Sozdanie sorbenta dlya hraneniya i transportirovki gaza. ITTs OOO «SITIS». g.Sarov, versiya3, 29.08.2013

5. R.V. Gorodov, V.E. Gubin, A.S. Matveev. Netraditsionnyie i vozobnovlyaemyie istochniki energii: uchebnoe posobie. – 1-e izd. – Tomsk: Izd-vo Tomskogo politehnicheskogo universiteta, 2009. – 294 s.

6. Vasiliev L.L, Kanonchik L.E, Mishkinis D.A, Rabetsky M.I. A new method of Methane Storage and Transportation // Int. J. Enviromentally Conscious Design &Manufacting. 2000. Vol. 9. Pp. 35–62.

7. Vasiliev L.L., Kanonchik L.E., Alyousef Yousef M. Advanced Sorbents for Thermally Regulated Hydrogen Vessel // Int. J. Applied Thermal Engineering. 2010, Vol. 30. Pp. 908-916.

8. Styirikovich M.A., Shpilrayn E.E. Energetika. Problemyi i perspektivyi. M.: Energiya, 1981 -192 s

УДК 66.01:532

ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕГО МЕНЕДЖМЕНТА

Мкртумова А.А., менеджер, магистр. mkrtumova-anait@mail.ru

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики,
Институт холода и биотехнологий

Повышение конкурентоспособности – стратегическая задача в формировании планов преобразований на основе реальных процессов, происходящих на макроэкономическом, региональном и локальном уровнях. Достижение планов преобразований предприятий влечет за собой повышение эффективности работы отрасли и инвестиционной привлекательности отечественного предпринимательства.

Ключевые слова: конкуренция, конкурентоспособность, ресурсоменеджмент, инвестиционная привлекательность, мониторинг.

THE INCREASED COMPETITIVENESS THROUGH RESOURCE MANAGEMENT

Mkrtumova A.A., manager, MPH. mkrtumova-anait@mail.ru

St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics,
Institute of Refrigeration and biotechnology

Competitiveness strategic is an objective in the development of plans for the transformation based on real processes occurring at the macro, regional and local levels. The achievement of plans transformation of enterprises entails improving the efficiency of industry and investment attractiveness of Russian entrepreneurship.

Key words: competition, competitiveness, resourcemanagement, investment attractiveness, monitoring.

В условиях рынка практически невозможно добиться стабильного успеха предприятия, если не планировать его эффективное развитие в будущем, не проверять и аккумулировать информацию о собственных перспективах и возможностях, о конкурентах и своей конкурентоспособности.

Конкурентоспособность предприятия достаточно многогранное понятие, которое включает качественные и ценовые параметры продукции, но также зависит от уровня менеджмента, системы управления финансовыми потоками, а также инвестиционными и инновационными составляющими его деятельности. Кроме всего прочего, на конкурентоспособность оказывает влияние конъюнктура рынка, степень конкуренции, техническая оснащенность, степень внедрения инноваций, финансовая устойчивость, а также мотивация и квалификация персонала.

Необходимым условием определения конкурентоспособности выступает наличие конкуренции. Конкурентоспособность товара – это его способность отвечать требованиям конкурентного рынка, покупателей, в сравнении с аналогичными товарами, которые предлагает рынок. Она определяется, с одной стороны, качеством и техническими показателями товара, а с другой стороны – ценой, которую устанавливают продавцы на рынке. Кроме всего вышеизложенного, на конкурентоспособность влияют мода, продажный и послепродажный сервис, реклама, имидж, спрос, ситуация на рынке.

Таким образом, конкурентоспособность товара – рыночная характеристика, совокупность его преимуществ на рынке, способствующих реализации в успешной конкуренции.[1]

Определение конкурентоспособности предприятия – более сложный и ёмкий процесс, который подразумевает способность осуществлять свою деятельность в условиях рыночных отношений и получать при этом экономический результат, достаточный для совершенствования производства, мотивирования и стимулирования персонала, а также поддержания качества продукции на высоком уровне.[2]

В основе формирования конкурентоспособности предприятия лежит система его конкурентных преимуществ. Конкурентоспособность предприятия характеризует величину и эффективность использования всех его ресурсов.[3]

Проблемы эффективного ресурсопотребления являются достаточно актуальными на сегодняшний день. От правильного распределения ресурсов и организации деятельности зависит успех предприятия и его конкурентоспособность.

Потребляются различные виды ресурсов как возобновимых, так и невозобновимых (исчезающих). В то же время любые виды первичных или природных ресурсов не бесконечны. В процессе их использования (в технологической или социально-бытовой сферах) они существенно трансформируются.

Такие виды ресурсов, как земля, вода, воздух, хотя и существенно ухудшают свои свойства в процессе использования, но возвращаются в процесс кругооборота, что позволяет их отнести к разряду возобновимых. Иная ситуация наблюдается в отношении топлива и материалов, которые в процессе потребления полностью исключаются из кругооборота, что

позволяет отнести их к невозобновимым ресурсам, т.е. исчезающей категории.

В целях контроля хода реализации программы и мониторинга эффективного ресурсопотребления и обеспечения ее качественного выполнения предусматривается создание на предприятиях служб ресурсоменеджмента.

Функции службы ресурсоменеджмента предприятий:

1.Учет:

- содействие организации и внедрению пооперационного приборного технического учета фактического расхода топлива, тепловой и электрической энергии;
- информационно-аналитическое обеспечение оперативной оценки эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и прогнозирования энергозатрат;
- освоение добывающими предприятиями усовершенствованного программного расчета норм расхода и сервисных программ.

2. Анализ:

- анализ отчетности всех структурных подразделений о результатах выполнения норм расхода топливных и энергетических ресурсов и плановых заданий по внедрению энергосберегающих мероприятий;
- анализ эффективности ресурсосберегающих проектов;
- систематический мониторинг хода выполнения программных мер.

3. Планирование (прогнозирование):

- дальнейшее совершенствование методической базы (разработка методик расчета норм расхода топлива на производство и отпуск электроэнергии);
- отбор ресурсоэффективных проектов, формирование «портфеля» инновационных проектов
- проведение экспертизы, защиты и утверждения плановых показателей по использованию ресурсов всех видов (включая энергетические), необходимых для выполнения плановых заданий по внедрению ресурсосберегающих мероприятий

4. Контроль:

- регулярное проведение энергетических обследований предприятия, с целью контроля рациональности расходования ресурсов, в т.ч. энергетических (внутренний аудит);
- контроль за эффективным и целевым использованием финансовых средств, выделяемых компанией на реализацию мероприятий ресурсосбережения;
- организация внешнего аудита (в т.ч. энергоаудита).

В функции ресурсосберегающего менеджмента также входят:

- ежеквартальный отчет обществ о результатах выполнения норм расхода топливно-энергетических ресурсов и плановых заданий по внедрению энергосберегающих мероприятий;

- систематический анализ хода выполнения программных мероприятий;

В то же время следует отметить, что создание служб ресурсоменеджмента в структурных подразделениях на предприятиях возможно в рамках общей системы управления ресурсоэффективностью на корпоративном уровне.

Высшее руководство предприятия может назначить одного или нескольких специалистов, которые должны возглавить службу ресурсоменеджмента, и установить круг их полномочий для контроля соответствия фактического состояния системы управления ресурсосбережением тем требованиям, которые установлены стандартами; доведения до высшего уровня управления информации о состоянии и функционировании системы ресурсоменеджмента для проведения анализа и выполнении корректирующих действий.

При условии успешного функционирования системы ресурсоменеджмента на предприятии могут быть существенно замедлены темпы роста ресурсоемкости в отрасли и удельные показатели расхода ресурсов на производство продукции. Если система менеджмента ресурсов будет успешно развиваться на предприятии, его конкурентные преимущества не заставят себя ждать. Грамотная организация работы фирмы и распределение используемых ресурсов позволят привести предприятие к успеху и сделать его конкурентоспособным и, соответственно, прибыльным с наименьшими издержками в производственной и непроизводственной сферах.

Список литературы:

1. Данько Т.П. Управление маркетингом. М., 2004.
2. Фатхутдинов Р.А. Конкурентоспособность организации в условиях кризиса: экономика, маркетинг, менеджмент. М., 2000.
3. Мазилкина Е.И., Паничкина Г.Г. Основы управления конкурентоспособностью. Саратов, 2005.
4. Портер М. Конкуренция. М.: 2005.

Spisok literatury

1. Danko T.P. Upravlenie marketingom. M., 2004.
2. Fathutdinov R.A. Konkurentosposobnost organizatsii v usloviyah krizisa: ekonomika, marketing, menedzhment. M., 2000.
3. Mazilkina E.I., Panichkina G.G. Osnovyi upravleniya konkurentosposobnostyu. Saratov, 2005.
4. Porter M. Konkurentsiya. M.: 2005.

УДК 637.52

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ХЛЕБОРЕЗАТЕЛЬНЫХ ВИБРАЦИОННЫХ МАШИН

Канд. воен. наук Пальчиков А.Н.. palchikov_anatoliy@mail.ru
Магистр Никитин М.С.Yanecy4ka@rambler.ru

Университет ИТМО
Институт холода и биотехнологий
921002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

На основе теоретических исследований процессов нарезки хлеба сделано предложение применить вибрационное резание, существенно снижающее затраты энергии и повышающие производительность машины.
Ключевые слова: нарезка хлеба, повышение производительности, вибрационное резание.

IMPROVING THE ENERGY CHARACTERISTICS OF BREAD VIBRATING MACHINES

Cand. Tech. of Sciences Palchikov A.N.palchikov_anatoliy@mail.ru
Master Nikitin M.C. Yanecy4ka@rambler.ru

ITMO Institute of refrigeration and biotechnologies 921002, St. Petersburg, UL.Lomonosov Street, 9

On the basis of theoretical studies of processes slicing bread made the proposal to apply vibration cutting, significantly reducing energy costs and increasing the productivity of the machine.
Keywords: cutting bread, improving performance, vibration cutting.

В настоящее время, наряду с широко распространенными рубящим и скользящим способами резания, начинает применяться вибрационное резание пищевых продуктов. Технологические процессы с использованием механических колебаний (вибраций) в современной отечественной и зарубежной практике нашли достаточно широкое распространение. Использование вибрирующих органов в машинах и аппаратах пищевой промышленности и общественного питания позволяет интенсифицировать процесс резания, сократить потери сырья, повысить качество разделяемых поверхностей и снизить усилия резания. Однако в хлебопекарной промышленности, в особенности при нарезке хлеба, вибрационный способ исследован недостаточно. Это сдерживает разработку оригинальных и

высокопроизводительных машин, которые допускали бы значительный разброс физических параметров мякиша и корки хлеба при нарезке.

Выполненные исследования позволяют разработать техническое задание на машины для нарезки хлеба с повышенными техническими характеристиками и, на этой основе, создать более экономичное звено в производственной цепи технологического оборудования хлебопекарной промышленности. Для исследования влияния низкочастотных механических колебаний на удельное усилие виброрезания хлеба была создана лабораторная установка (рис.1) и разработана методика проведения экспериментальных исследований, основанная на тензометрическом измерении удельных усилий резания при различных параметрах вибраций режущего элемента и разной скорости подачи продукта. Программой исследований предусмотрено изменение режимов нарезки хлеба, наблюдение за изменением технической производительности в зависимости от характера движения режущих инструментов, контроль за нагрузкой двигателей.

Механизм подачи хлеба опытной хлеборезки выполнен в виде роторного гребенчатого толкателя, насаженного на вал и имеет в передней части ограждение, которое препятствует выпадению изделий из него.

Ножевая решетка имеет десять пластинчатых самозатачивающихся ножей. Расстояние между ножами, жестко закрепленными в каркасе - 20 мм, что позволяет нарезать хлеб ломтиками указанной ширины. Общая длина хлеба при нарезке составляет до 240 мм, что соответствует максимальным размерам хлеба.

Принцип действия машины. Вращение от электродвигателя через редуктор и ременную передачу передается на ведомый вал роторного гребенчатого толкателя. Хлеб, закрепленный между пластинами гребенчатого толкателя, совершает круговое вращательное движение до соприкосновения с ножами, которые двигаются возвратно-поступательно. Во время встречи хлеба, закрепленного в гребенчатом толкателе, с ножевой решеткой происходит нарезка хлеба ломтиками. Во время резания хлеб и ножевая решетка подвижны, при этом усилие гребенчатого толкателя на хлеб чисто символично, и увеличивается с ростом жесткости хлеба.

После нарезки хлеба ножевой решеткой он поступает в приемный лоток на упаковку (опция) самостоятельно под действием силы тяжести. Загрузка хлеба может производиться через синхронно работающий конвейер, или вручную сверху, при надетом на кожух загрузочном бункере. Теоретически, производительность экспериментальной хлеборезки при одинаковой потребляемой мощности должна увеличиться на 150 – 280 % в сравнении с имеющимися многоножевыми аналогами. Затраты на изготовление экспериментальной хлеборезки в 3,5 раза ниже в сравнении с другими исследованными машинами, например ф**ирмы DAUB.**

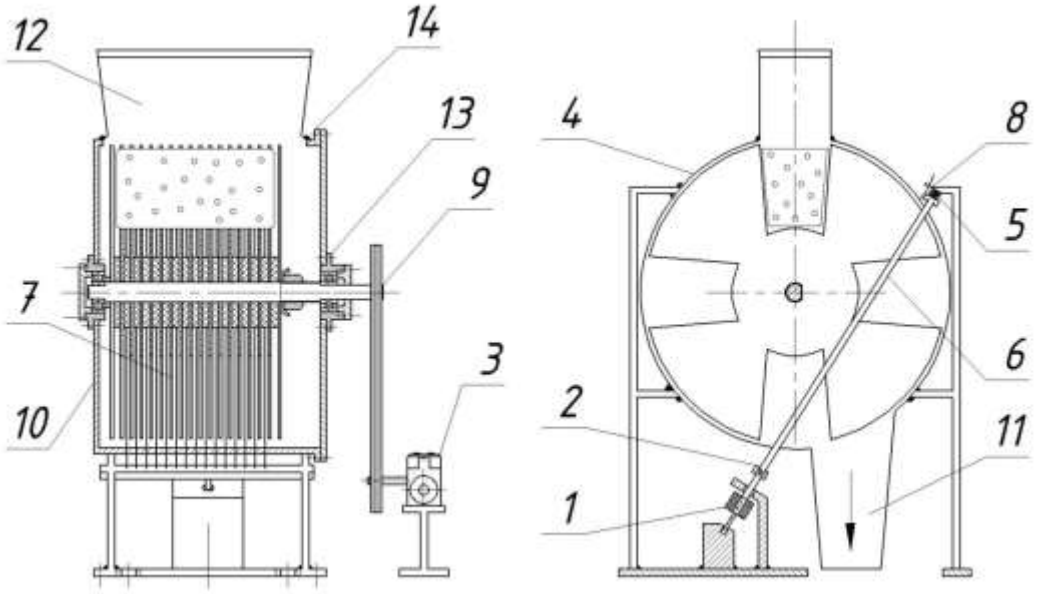


Рис. 1. - Общий вид экспериментальной машины ВХР-1000:
1 - вибродвигатель; 2 - упругая муфта; 3 - мотор-редуктор; 4 - ротор; 5 - возвратная пружина; 6 - ножевая решетка; 7 - тензодатчик общего усилия; 8 - тензодатчик касательного усилия; 9 - шкив; 10 - станина; 11 - направляющий спуск; 12 - бункер подачи хлеба; 13 - регулировочный узел; 14 - концевой выключатель.

Экспериментальная машина для нарезки хлеба ВХР-1000 может использоваться как в стационарных (в линиях непрерывного действия), так и в условиях предприятий общественного питания, проста в эксплуатации и обслуживании.

Литература.

1. Справочник механика предприятий общественного питания /Под ред. С.В. Некрутмана, В.П. Кирпичникова, Г.Х. Леенсона. М., Экономика, 1983.
2. Гончаревич И.Ф. Вибрационная техника в рыбной промышленности. Агропромиздат Москва,1988,с 213.
3. Мачихин Ю.А., Мачихин А. Инженерная реология пищевых материалов. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. - 216 с.
4. Хромеенков В.М. Современное оборудование для резания продуктов и полуфабрикатов хлебопекарного и макаронного производства. / ЦНИИТЭИ ВНПО «Зернопродукт». М.: 1991.- 48 с.

Literature

1. Spravochnik mehanika predpriyatiy obschestvennogo pitaniya /Pod red. S.V. Nekrutmana, V.P. Kirpichnikova, G.H. Leensona. M., Ekonomika, 1983.
2. Goncharevich I.F. Vibratsionnaya tehnika v ryibnoy promyishlennosti. Agropromizdat Moskva,1988,s 213.

3. Machihin Yu.A., Machihin A. Inzhenernaya reologiya pischevyih materialov. - M.: Legkaya i pischevaya promyishlennost, 1981. - 216 s.
4. Hromeenkov V.M. Sovremennoe oborudovanie dlya rezaniya produktov i polufabrikatov hlebopekarnogo i makaronnogo proizvodstva. / TsNIITEI VNPO «Zernoprodukt». M.: 1991.- 48 s.

УДК 65.33

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОДУШЕЧЕК С НАЧИНКОЙ ОАО КХП ИМ. ГРИГОРОВИЧА.

Николаева О.В., инженер, магистрант, olechka425@mail.ru

Институт Холода и Биотехнологий Национального Исследовательского Университета Информационных Технологий, Механики и Оптики (Университет ИТМО),

В статье исследуется занимаемая позиция готовых завтраков подушечек с начинкой на рынке экструдированных продуктов и приводится описание модернизированного оборудования.

Ключевые слова: резательное устройство, натуральный пищевой краситель, экструдат, подушечки с начинкой, снэк.

THE STUDY OF MODERNIZATION PRODUCTION LINE PADS WITH FILLING OAO KHP THEM. GRIGOROVICH.

Nikolaeva OV, engineer, graduate student, olechka425 @ mail.ru

Institute of Refrigeration and Biotechnology National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (University of Information Technologies)

The paper investigates the position occupied by breakfast cereal pillows filled extruded products on the market and a description of the upgraded equipment.

The keywords: cutting device, natural food dye, the extrudate, pillows with stuffing, snack.

Рынок экструдированных продуктов в России стал формироваться относительно недавно, в то время как за рубежом подобные продукты для многих давно являются частью повседневного рациона. Наибольшее развитие этого направления произошло за последние 10 лет. За этот период

потребление экструдатов в России выросло в несколько раз. Значительно увеличилось количество торговых марок, представленных на нашем рынке, как отечественных, так и зарубежных. Заполнение российского рынка экструзионных продуктов породило серьезную конкуренцию среди производителей, что явилось стимулом для появления новых технологий, продуктов и направлений в этой области.Необходимо отметить, что в последние 5 – 6 лет рынок экструзионных продуктов перешел от экстенсивного к интенсивному развитию, т. е. рост рынка обеспечивается не увеличением объемов производства одного конкретного вида продукта, а разработкой новых видов продукции и переключение потребителей на эти новинки.

На сегодняшний день среди готовых завтраков подушечки и трубочки с начинкой занимают второе место и уступают лишь кукурузным хлопьям. Следовательно, подушечки могут занять свое место среди кондитерских изделий, что увеличит общее число потребителей и повысит прибыли производителя. Новый продукт будет иметь отличительную особенность. Для улучшения внешнего вида изделия предлагается нанесение на место среза подушечек пищевых красителей, которые будут склеивать края, что предотвратит осыпание, вытекание начинки и придаст более привлекательный вид. Данный товар представляет собой готовый продукт экструзионной технологии, не требующий дополнительной кулинарной обработки. Благодаря натуральным начинкам подушечки будут иметь ярко выраженный насыщенный вкус. В них содержатся минеральные вещества: железо, кальций, цинк, медь, калий, а также витамины группы В. Кукурузные и пшеничные зерна в процессе своего развития не накапливают нитратов и поэтому являются экологически чистым сырьем. Процесс экструзии улучшает структуру продукта, сохраняет полезные вещества в нем, повышает переваримость его белков. Благоприятное соотношение доли клетчатки и углеводов в наибольшей степени подходит для питания работников умственного труда, учащихся, студентов и людей пожилого возраста.

Подушечки с начинкой имеют малый вес и хорошо сохраняются в упаковке при различных условиях окружающей среды. Их можно употреблять как в сухом виде, так и залив молоком, йогуртом, кефиром или сливками

Структура рынка снэков России в 2013 г представлена на рисунке 1. Как видно из диаграммы, сухие продукты экструзионной технологии (СПЭТ) занимают третье место (около 19% рынка) среди всех этих товаров. Рынок снэков имеет тенденцию к увеличению, что характеризуется такими факторами, как появление новых производителей, изделий и технологий.

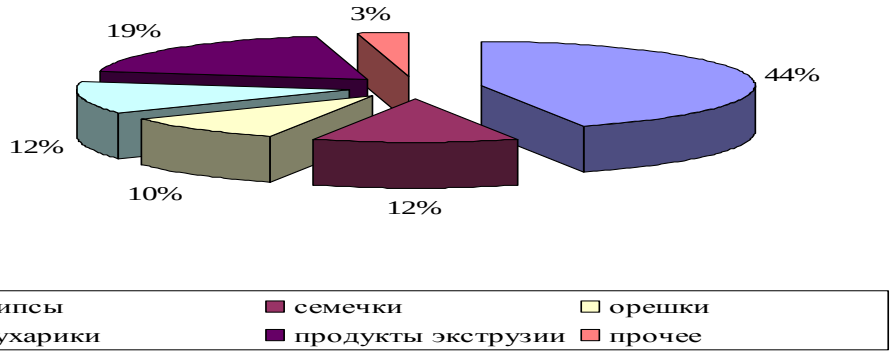


Рисунок 1 − Структура рынка сбыта снэков в 2013 г

Основными конкурентами предприятия являются швейцарская фирма «Nestle» (ООО «СириалПартнерс») и российская "Любятово" (ОАО «Юнайтед Бейкерс»).В таблице 1 дана сравнительная характеристика подушечек и продукция основных конкурентов.

Разноцветные подушечки будут выгодно выделяться среди аналогов (см. таблицу 1). Продукт приобретает более интересный внешний вид.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика подушечек и продукции основных конкурентов

Характеристика продукции	Наименование продукции и фирм-изготовителей		
	Подушечки с начинкой, ОАО КХП им. Григоровича	NestleХрутка, ООО “Сириалпартнерс”	Подушечки с начинкой "Любятово", ОАО "Юнайтед Бейкерс-Псков"
Фасовка, г	150	200	150
Оптовая цена, руб. за упаковку	26,00	80,00	45,00
Вкус	Ярко выражен, соответствует натуральному	Мало соответствует натуральному	Привкус, исходящий от упаковки
Внешний вид	Матовая поверхность, форма квадратная, без наплывов начинки	Матовая поверхность, форма квадратная, практически без наплывов начинки по краям	Поверхность матовая,форма изогнутая, с небольшими наплывами начинки по краям
Крошимость	Отсутствует	Присутствует в незначительной степени	Сильная
Отличительные особенности	Окраска красителем мест около среза	Отсутствует	Отсутствует

В настоящее время подушечки ОАО «КХП им. Григоровича» занимают 35% рынка (рисунок 2). После внедрения новой продукции планируется увеличение рынка сбыта до 39% (рисунок 3).

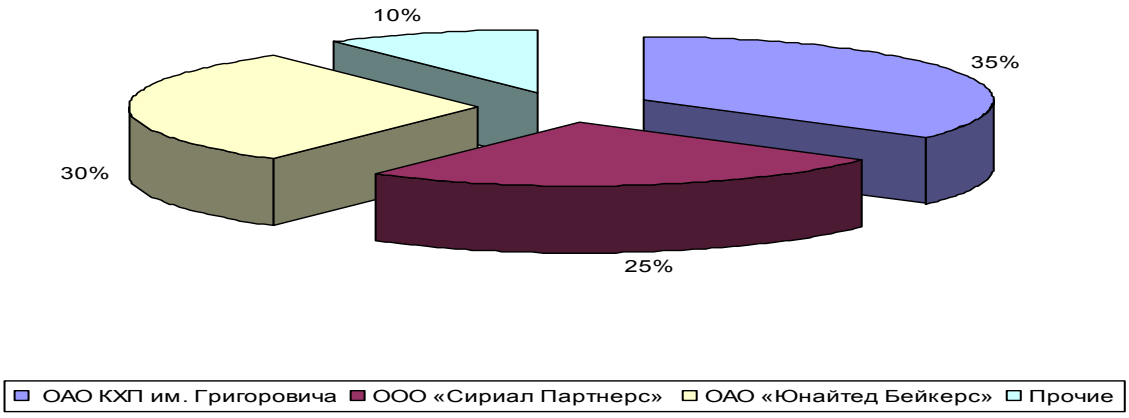


Рисунок 2 - Диаграмма распределения рынка сбыта междуосновными производителями СПЭТ в г. Челябинск

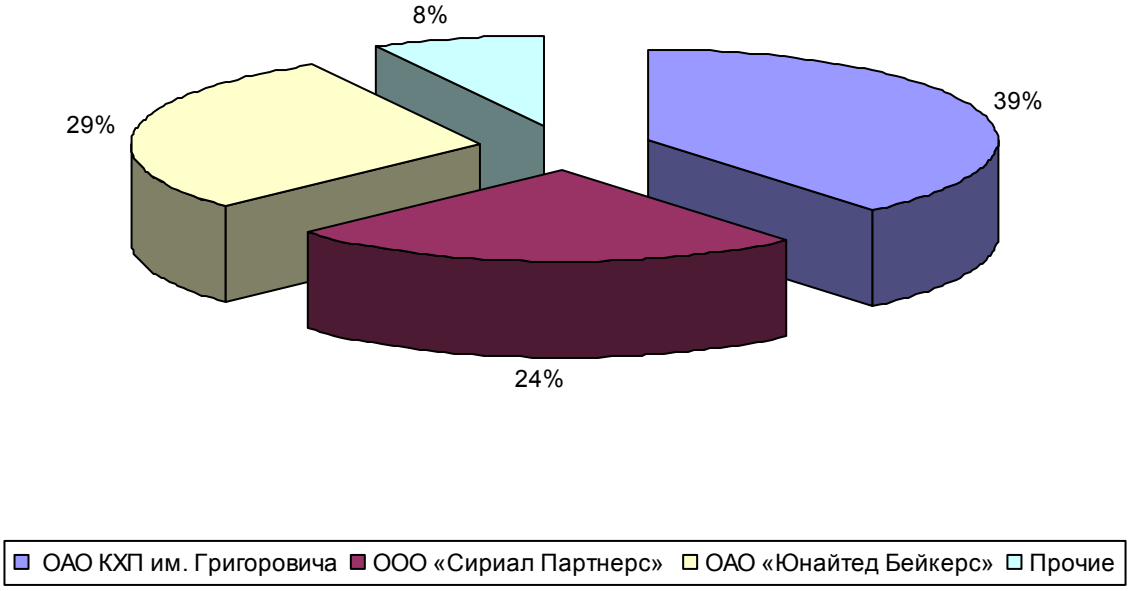


Рисунок 3 – Прогноз распределения продаж после создания нового продукта

Одной из новинок на рынке подушечек с начинкой может быть их окраска натуральными пищевыми красителями по краям. Это придаст продукту более эстетичный внешний вид без осыпавшихся краев и вытекшей начинки. Ведь именно цветовая гамма в значительной мере предопределяет привлекательность продуктов питания. Также нужно отметить безвредность большинства натуральных красящих веществ, так как адаптация

человеческого организма к природным пищевым компонентам происходила в ходе эволюции.

Более того, натуральные пищевые красители могут содержать в своем составе полезные биологически активные вещества, многие натуральные пигменты обладают антиоксидантными свойствами. Использование их в качестве пищевой добавки позволяет не только улучшить внешний вид, как уже говорилось выше, но и повысить пищевую ценность.

Основным недостатком существующих резательных устройств для осуществления нового процесса является отсутствие в их конструкции механизма нанесения красителей на рабочие вальцы.

Для разработки оборудования под новый процесс производства сформулированы следующие технологические требования:

- для обеспечения технологического процесса должен применяться жидкий пищевой краситель, обладающий вязкостью при температуре 18 – 25 °С 2,5Па•с;

- окрашиванию должны подвергаться места около среза подушечек;

- плотность окраски должна обеспечивать маскировку дефектов, связанных с протеканием начинки;

- небольшой объем емкости для красителей (5 л), необходимый для обеспечения сменной производительности (2,8 л на смену);

- материал должен допускать контакт с пищевыми продуктами;

- загрязнение сырья посторонними примесями, окислами тяжелых металлов и т. д. зависит от материала, контактирующего с продуктом;

- емкость для красителей и рабочие вальцы должны исключать бактериальное заражение продуктов. Бактериальная загрязненность сырья зависит от возможности разборки всех рабочих органов машины, контактирующих с пищевым сырьем во время их санитарной обработки.

Список литературы:

1. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 1: Учеб.для вузов/ С. Т. Антипов, И. Т. Кретов, А. Н. Остриков и др.; Под ред. акад. РАСХН В. А. Панфилова. – М.: Высш.шк., 2001. – 703 с.: ил.

2. Снэки и продукты быстрого приготовления / Пищевая промышленность. - 2002. - №5. - С. 20 - 25.Ремонт машин: учеб.пособие для с.-х. техникумов / И.Е Ульман [и др.]; под ред. И.Е Ульмана. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1982. - 446 с.: ил.

3. Гордиевских М. Л. Дипломное проектирование по механизации переработки сельскохозяйственной продукции / М. Л. Гордиевских. - Ч.: ЧГАУ, 2007. - 63 с.. Остриков А.Н. и др. Экструзия в пищевых технологиях [Текст] / А.Н. Остриков, О.В. Абрамов, А.С. Рудометкин; под ред. А.Н. Острикова. - СПб.: ГИОРД, 2004. - 288 с.: ил.

4. Ерохин М.Н. Детали машин и основы конструирования – М.: КолосС, 2005. – 462 с.: ил. Курочкин А.А., Ляшенко В.В. Технологическое

оборудование для переработки продукции животноводства: учеб.пособие для вузов / под ред. В.М

5. Электронный научный журнал «Процессы и аппараты пищевых производств»/ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий».

6. Электронный журнал – Санкт – Петербург: СПбГУНиПТ, 2011. - №2.

Spisok literatury

1. Mashinyi i apparatyi pischevyih proizvodstv. V 2 kn. Kn. 1: Ucheb.dlya vuzov/ S. T. Antipov, I. T. Kretov, A. N. Ostrikov i dr.; Pod red. akad. RASHN V. A. Panfilova. – M.: Vyissh.shk., 2001. – 703 s.: il.

2. Sneki i produktyi byistrogo prigotovleniya / Pischevaya promyishlennost. - 2002. - #5. - S. 20 - 25.Remont mashin: ucheb.posobie dlya s.-h. tehnikumov / I.E Ulman [i dr.]; pod red. I.E Ulmana. - 3-e izd., pererab. i dop. - M.: Kolos, 1982. - 446 s.: il.

3. Gordievskih M. L. Diplomnoe proektirovanie po mehanizatsii pererabotki selskohozyaystvennoy produktsii / M. L. Gordievskih. - Ch.: ChGAU, 2007. - 63 s.. Ostrikov A.N. i dr. Ekstruziya v pischevyih tehnologiyah [Tekst] / A.N. Ostrikov, O.V. Abramov, A.S. Rudometkin; pod red. A.N. Ostrikova. - SPb.: GIORD, 2004. - 288 s.: il.

4. Erohin M.N. Detali mashin i osnovyi konstruirovaniya – M.: KolosS, 2005. – 462 s.: il. Kurochkin A.A., Lyashenko V.V. Tehnologicheskoe oborudovanie dlya pererabotki produktsii zhivotnovodstva: ucheb.posobie dlya vuzov / pod red. V.M

5. Elektronnyiy nauchnyiy zhurnal «Protsessyi i apparatyi pischevyih proizvodstv»/GOU VPO «Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyiy universitet nizkotemperaturnyih i pischevyih tehnologiy».

6. Elektronnyiy zhurnal – Sankt – Peterburg: SPbGUNiPT, 2011. - #2.

УДК 21474

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫЙ ВОД

Новикова М.А., Романова О.Н., студенты, mar.novikova@ro.ru
ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Смоленск

В данной статье рассматриваются наиболее эффективные и экономичные методы очистки сточных вод . Целью данной статьи является выявление всех достоинств и недостатков механических и

биологических методов очистки сточных вод, выявление наилучшего метода очистки дающего наиболее высокий эффект осветления за короткий промежуток времени. Проанализированы характерные особенности каждого из выбранных методов. Так же приведены краткие характеристики наиболее распространенного оборудования используемого на станциях очистки сточных вод. На основании проведенных исследований сделаны выводы об эффективности и экономичности механических и биологических методов очистки сточных вод. Рассмотрена схема очистки сточных вод в г. Смоленске.

Ключевые слова: механическая очистка, биологическая очистка, отстаивание, радиальный отстойник, суспензия, эффект осветления, анаэробная очистка, аэробная очистка, окситенк, аэротенк, биофильтр.

COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS OF MECHANICAL AND BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT

Novikova M.A., Romanova O.N., student, mar.novikova@ro.ru

associate Professor. Moscow Power Engineering Institute (Smolensk Branch)

This article discusses the most effective and economical method of sewage treatment. The purpose of this article is to identify the strengths and weaknesses of all the mechanical and biological methods of sewage treatment, identifying the best method of treatment giving the highest lightening effect in a short period of time. Analyzed the characteristics of each of the selected methods. Just summarizes the characteristics of the most common equipment used in sewage treatment plants. Based on the conclusions of the research on the effectiveness and efficiency of mechanical and biological methods of sewage treatment.

Keywords: mechanical treatment, biological treatment, sedimentation, circular tanks, suspension, lightening effect, anaerobic treatment, aerobic treatment, oksitenk, aeration tank, biofilter.

Загрязнение рек, озер и водоемов сточными водами делает вопрос их очистки все более актуальным. Из-за роста население увеличивается и объем вод поступающих на очистные станции. В связи с этим необходимо использовать методы не занимающие много времени, но позволяющие получить необходимый эффект осветления. Наиболее простыми и эффективными являются механическая и биологическая очистка.

Одним из основных видов механической очистки является отстаивание. Отстаивание - это выделение из сточных вод грубодиспергированных примесей с плотностью, отличной от плотности воды. Под действием силы тяжести частицы загрязнений оседают на дно

сооружения или всплывают на его поверхность, данный метод является наиболее простым, малоэнергоемким и дешевым методом.

Относительная простота отстойных сооружений обуславливает их широкое применение на различных стадиях очистки сточной воды. В зависимости от своего назначения и расположения в технологической схеме очистки сточных вод отстойники подразделяют на следующие виды: первичные, вторичные и третичные.

Первичные отстойники на очистных сооружениях, располагаются сразу за песколовками, их используют для извлечения из сточных вод взвешенных веществ. В очищаемой воде твердые частицы равномерно распределены во всей жидкости, через некоторое время частицы загрязнений начинают осаждаться, причем на дне емкости оседают наиболее крупные частицы. Над осадком образуется слой сгущенной суспензии, твердые частицы в ней располагаются очень тесно, так что дальнейшее уплотнение возможно только при вытеснение жидкости из промежутков между частицами. Над этой зоной располагается зона свободного осаждения, в которой частицы осаждаются под действием сил тяжести. Отстаивание считается оконченным когда зона свободного осаждения исчезает и завершается уплотнение сгущенной суспензии.

Вторичные отстойники можно отнести к сооружениям биологической очистки, они располагаются после биоокислителей. Вторичные отстойники служат для разделения активного ила и очищенной воды. Показателем эффективности работы вторичных отстойников является конечный эффект осветления .

Третичные отстойники устанавливают для доочистки и дезинфекции сточных вод, чаще всего для этого используют контактные резервуары.

Первичные отстойники разделяют на следующие категории: горизонтальные, вертикальные и радиальные.

Горизонтальные отстойники представляют собой прямоугольные резервуары, разделенные перегородками на несколько частей, в которых поступающая вода распределяется по ширине резервуара, при помощи лотка с выпускными отверстиями. Осветляемая вода движется горизонтально в направлении водослива сборного канала расположенного на противоположной стороне отстойника. Выпадающий осадок перемещается с помощью скребков в расположенный на входе иловый приемник. Жировые и нефтяные включения собираются в жиросборный лоток , из которого отводятся на перекачку. Горизонтальные отстойники широко используются для очистных сооружений пропускной способностью 15-100 тыс. м³/сут.

К достоинствам горизонтальных отстойников можно отнести их относительно высокий коэффициент использования объема и достигаемый эффект осветления воды. Возможность использования в типовых проектах сооружений унифицированной ширины 6 и 9 м, это позволяет объединять аэротенки и отстойники в секции. Основным недостатком горизонтальных

отстойников является ненадежность скребковых механизмов, особенно в зимний период времени.

Вертикальные отстойники представляют собой круглые резервуары с коническим днищем. Осветляемая вода в них движется в вертикальном направлении. В зависимости от типа впускного устройства различают следующие виды вертикальных отстойников : с центральном впуском воды; с нисходяще-восходящим движением воды; с периферийным впуском воды.

Достоинствами вертикальных отстойников является простота их конструкции и удобство эксплуатации. К недостаткам можно отнести большую глубину и невысокую эффективность осветления воды.

Радиальные отстойники представляют собой круглые резервуары, в которые сточная вода попадает из центральной трубы и движется от центра к периферии. Частицы выпадающие в осадок перемещаются с помощью скребков, размещенных на вращающейся ферме, в иловый приемник. Осадок удаляется с помощью плунжерных и центробежных насосов, что позволяет снизить его влажность на 93%. Радиальные отстойники обеспечивают задержание взвешенных частиц на 50-55%.

К достоинствам радиальных отстойников можно отнести, то что их установка возможна на очистных сооружениях любой пропускной способности, из-за их относительно небольшой материалоемкости. Вращающаяся ферма обеспечивает простоту эксплуатации. Недостатками радиальных отстойников являются повышенные скорости в центральной части, что приводит к уменьшению коэффициента объемного использования и эффективности осветления.

Биологическая очистка - это метод очистки сточных вод, основанный на способности микроорганизмов использовать в качестве источника питания частицы из загрязненных сточных вод. Для очистки используются бактерии, в состав клеток которых входят те же элементы что и в состав клеток животных и высших растений. При биологической очистке происходит полное или частичное разрушение загрязнителей.

Благодаря высокой биохимической активности бактерий в качестве источников энергии выступают такие вещества и окислительно-восстановительные процессы, которые не могут быть использованы другими организмами.

Биологические методы очистки можно разделить на две группы, в которых бактерии "работают" или в аэробных, или анаэробных условиях. Обе группы методов ведутся или в термофильном (при температуре 30-40°С), или в мезофильном режиме (при температуре 20-30°С).

Действие современных аппаратов очистки основано на методах непрерывного культивирования микроорганизмов рис1.

Рис.1 Принципиальная схема установки биоочистки с аэротенком :
1-аэротенк; 2- вторичный отстойник; 3- регенератор.

Для осуществления наиболее эффективной очистки необходимо поддерживать микроорганизмы в состоянии физической активности все время их пребывания в очистительных сооружениях.

Аэробная биологическая очистка - это очистка с использованием аэробных микроорганизмов, жизнь которых требует наличия в воде кислорода.

Основными сооружениями применяемыми при аэробной очистки являются аэротенки, окситенки, биофильтры и биологические пруды.

Аэротенки применяют для полной и частичной очистки сточных вод. Они представляют собой резервуар, с протекающей водой, в которой развиваются микроорганизмы.

Биологическая очистка происходит благодаря постоянному перемешиванию сточных вод с активным илом и непрерывной аэрацией на всем протяжении аэротенка.

Этапы очистки сточных вод в аэротенках :

– адсорбция и коагуляция активным илом взвешенных и коллоидных частиц;

– окисление растворенных и адсорбированных веществ;

– нитрификация и регенерация активного ила и удаление его избыточного количества.

Главным критерием, обуславливающим вид аэротенок, является гидравлическая схема их функционирования, в соответствии с этим их можно классифицировать на :

– аэротенки-вытеснители - это сооружения в которых сточная вода и активный ил подаются сосредоточенным впуском, с одной из торцевых сторон, выпуск происходит с противоположной стороны.

– аэротенки с рассредоточенным впуском сточных вод и сосредоточенным впуском активного ила.

– аэротенки-смесители - это сооружения в которых подача сточных вод и активного ила осуществляется равномерно по длине всех аэротенок.

Окситенк - это закрытый резервуар, в который подается кислород. Окислительная мощность окситенок в несколько раз выше, чем у аэротенок.

Биофильтры - это сооружения в которых органические вещества собираются и окисляются, бактерии образуют на поверхности насадки или загружаемого материала биологическую пленку. Сточные воды подаются в верхнюю часть сооружения. Несмотря на высокую окислительную мощность, предпочтительнее использование аэротенок, так как после пуска регулировать биофильтры довольно трудно.

Биопруды также применяют для биологической очистки сточных вод. Переработка органических и не органических примесей осуществляется анаэробным разложением осадка в природной зоне, растворенные и колоидные вещества - окислением. Продукты утилизируются водорослями, которые вырабатывают кислород для обеспечения аэробной деструкции органических веществ.

Анаэробная биологическая очистка - это очистка при отсутствии кислорода. Представляет собой двухстадийный процесс превращения органических загрязнений в метан и диоксид углерода. Первым этапом является сбраживание веществ под действием бактерий, до простых органических кислот, на втором этапе эти кислоты становятся источником питания метанообразующих бактерий.

Анаэробные аппараты сложнее по своей конструкции, чем аппараты аэробной очистки и более дорогостоящие при строительстве, но зато имеют более высокий эффект очистки, а также предусматривают утилизацию тепла, образующегося биогаза для поднятия температуры собственного процесса.

На очистных сооружениях г. Смоленска представлена следующая схема очистки сточных вод (рис.2).

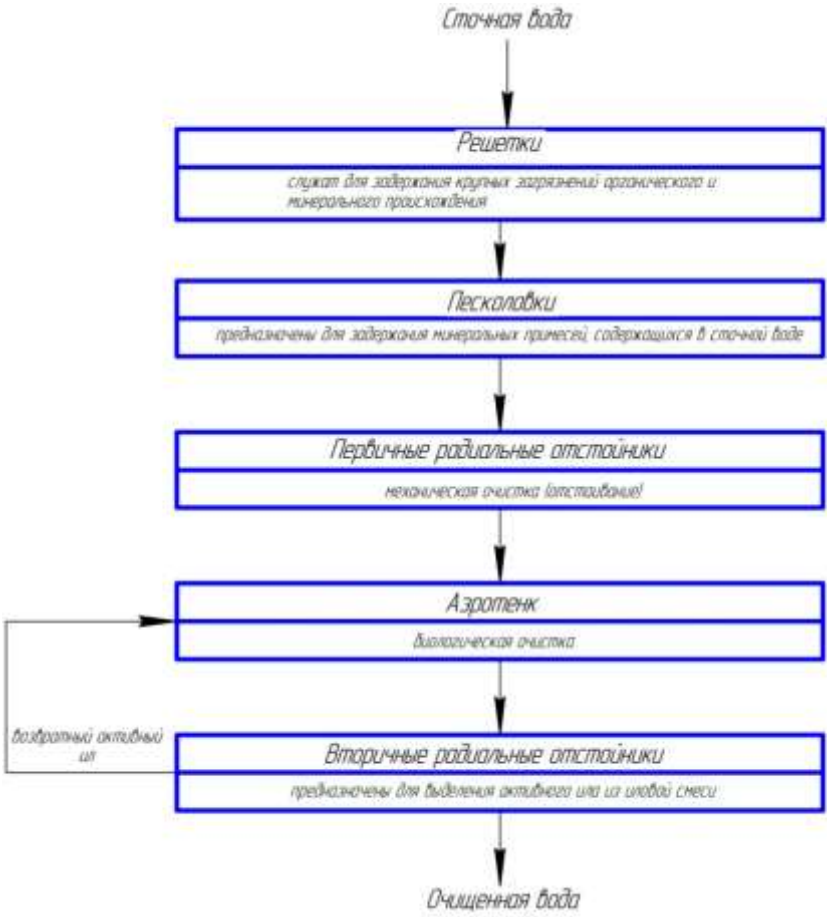


Рис.2 Схема очистки сточных вод в г. Смоленске.

Данная схема включает как механическую, так и биологическую очистку, что является существенным преимуществом, так как позволяет получать очищенную воду с наибольшим эффектом осветления.

Рассмотрев поставленный вопрос можно сделать вывод что оба этих метода являются эффективными и экономичными, но для более полной очистки и большего эффекта осветления необходимо использовать на очистных сооружениях и механическую, и биологическую очистки.

Список литературы

1. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов: - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006 - 704 с.

2. Гудков А.Г. Механическая очистка сточных вод: Учебное пособие. - Вологда: ВоГТУ, 2003. - 152 с.

Spisok literatury

1. Voronov Yu.V., Yakovlev S.V. Vodootvedenie i ochistka stochnyih vod / Uchebnik dlya vuzov: - M.: Izdatelstvo Assotsiatsii stroitelnyih vuzov, 2006 - 704 s.

2. Gudkov A.G. Mehanicheskaya ochistka stochnyih vod: Uchebnoe posobie. - Vologda: VoGTU, 2003. - 152 s.

УДК 577.164.2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМА ХРАНЕНИЯ ПРОДУКЦИИ

Печуляк А.С., студент, anyapechulyak@yandex.ru
Петрачкова С.В., студент, petrachkova-svetlana@mail.ru

Филиал ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске

В данной статье рассмотрены проблемы нехватки витаминов и минеральных веществ в весенне-зимний период в организме человека, а также обозначена роль витамина С, который оказывает существенное влияние на процессы, происходящие в организме. Выявлена и обоснована необходимость употребления аскорбиновой кислоты, описаны рекомендованные дозы потребления. Особое внимание уделяется факторам, которые приводят к разрушению витамина С. В связи с этим также было обращено внимание на необходимость применения методов хранения и соответствующего оборудования, которое обеспечит максимальный срок хранения яблок и всех полезных веществ, содержащихся в них (в том числе аскорбиновой кислоты). Представлены результаты экспериментальных исследований по определению изменения количества аскорбиновой кислоты в яблоках сорта «Антоновка» при различных режимах хранения: в помещении при температуре 20 ℃ и в холодильной камере. Сделаны выводы об оптимальных условиях хранения фруктов и овощей.

Ключевые слова: аскорбиновая кислота, витамин С, яблоки, хранение, эксперимент.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE ASCORBIC ACID CONTENT CHANGES DEPENDING ON THE MODE OF STORAGE OF PRODUCTS

Pechulyak A.S., student, anyapechulyak@yandex.ru,
Petrachkova S.V., student, petrachkova-svetlana@mail.ru

The branch of National research University Moscow power engineering Institute in the city of Smolensk

This article deals with the problems of lack of vitamins and minerals in spring and winter in the human body, and outlined the role of vitamin C, which has a significant influence on the processes occurring in the body. Identified and justified need for the use of ascorbic acid, describes the recommended dose of consumption. Special attention is paid to the factors that lead to the destruction of vitamin C. In this regard, attention was drawn to the need to use methods and equipment that will provide the maximum storage life of apples and all useful substances contained in them (including ascorbic acid). Presents the results of experimental studies to determine changes in the quantity of ascorbic acid in apples varieties "Antonovka" when different modes of storage: indoors at 20 ° C and in the refrigerator. The conclusions about the optimal storage conditions for fruits and vegetables.

The Keywords: ascorbic acid, vitamin C, apples, storage, experiment.

Иммунитет – это одна из составляющих нашего здоровья, защитная система организма, которая оберегает человека от болезней, психических и физических расстройств. Поэтому одной из важных проблем для каждого человека является поддержание иммунитета, которое можно осуществлять различными способами. Организм человека наиболее уязвим в зимне-весенний период. Это объясняется нехваткой витаминов, уменьшением светового дня и другими факторами. Повысить сопротивляемость организма к разрушающим факторам можно приёмом комплекса витаминов и минералов. Большую роль играет регулярное и достаточное поступление в организм аскорбиновой кислоты (витамина С).

Витамин С особенно важен для жизнедеятельности организма. К его функциям относится укрепление соединительных тканей, разглаживание стенок сосудов, ускорение заживления ран и переломов, а также рубцевание ткани, защита зрения. Также аскорбиновая кислота помогает при варикозном расширении вен и геморрое, улучшает усвоение железа, предотвращает авитаминоз и цингу, укрепляет иммунитет, предохраняет организм от многих вирусных и бактериальных инфекций, повышает сопротивляемость организма к стрессу. Помимо всего вышеперечисленного витамин С является одним из основных питательных антиоксидантов, а также необходим для здоровья зубов, десен и костей [1].

Суточная потребность человека в витамине С зависит от многих факторов: пола, выполняемой работы, возраста, состояния беременности или кормления грудью, вредных привычек и климатических условий. Стрессы, болезни и подверженность токсическим воздействиям увеличивают потребность в аскорбиновой кислоте. Рекомендованная дневная норма потребления для взрослого здорового человека витамина С составляет 80-200 мг, для детей, начиная с одного месяца - 20-60 мг. При неблагоприятных климатических условиях потребность в витамине С повышается на 30-50 процентов. Молодым организмом он усваивается лучше, чем пожилым,

поэтому с возрастом потребность в нем несколько повышается. Применение некоторых медицинских препаратов понижает уровень аскорбиновой кислоты в крови и соответственно увеличивает суточную потребность в ней [2].

Аскорбиновая кислота очень нестабильна. Она разлагается при высокой температуре, при соприкосновении с металлами, быстро окисляется. Витамин С в организме действует, как правило, от 8 до 14-ти часов после попадания его в органическую сферу. После этого срока его полезные свойства начинают слабеть. Витамин С может улетучиться при неправильной обработке овощей и фруктов. Большая часть аскорбиновой кислоты разрушается при кулинарной обработке, потери при жарке или варке - до 90 %. Очищенные и порезанные продукты нельзя на длительное время оставлять на воздухе, лучше сразу после очистки подвергнуть их обработке. Предварительное размораживание продукции увеличивает потерю аскорбиновой кислоты.

В осенне-весенний период у человека может развиваться авитаминоз, чтобы этого избежать многие для профилактики принимают большое количество аскорбиновой кислоты. Приём различных медицинских препаратов, витаминных комплексов, повышающих уровень витамина С в организме менее эффективен и полезен, чем употребление в пищу продуктов, содержащих аскорбиновую кислоту в чистом виде. Примером продукта, в котором в достаточном количестве содержится витамин С, являются яблоки.

Таблица 1. Содержание аскорбиновой кислоты в различных сортах яблок

Название сорта яблок	Содержание витамина С, мг на 100 г
Россиянка	40-45
Антоновка	20-40
Семеренко	25-30
Бессемянка Мичурина	25-30
Голден	10-15

В зависимости от сорта, содержание аскорбиновой кислоты в них варьируется от 6 до 40 мг на 100 г продукта, наибольшее количество витамина С содержится в сорте «Антоновка» (20-40 мг) [3]. Но с течением времени содержание в яблоках аскорбиновой кислоты быстро уменьшается. Уже через 2 - 3 месяца хранения плодов, витамин С наполовину разрушается. В связи с этим, в настоящее время актуальной проблемой является нахождение наиболее рациональных, выгодных с экономической точки зрения, а также экологически безопасных способов хранения плодов. Это необходимо для обеспечения населения яблоками, а, следовательно, и аскорбиновой кислотой, не только в период их созревания и заготовки, но и на протяжении остального времени. При этом перед специалистами стоит задача сохранить не только вкусовые свойства продукта, но и важные питательные и прочие полезные вещества, а также предотвратить его порчу.

В связи с этим были проведены экспериментальные исследования по определению изменения количества аскорбиновой кислоты при различных режимах хранения: в помещении при температуре 20°С и в холодильной камере. Исследование проводилось в течение восьми недель. Для определения содержания аскорбиновой кислоты в яблоках сорта «Антоновка» использовали метод титрования полученных из них экстрактов 0,001 н. раствором натриевой соли 2,6-дихлорфенолиндофенола (ГОСТ 7044). В каждом из образцов для достоверности проводилось несколько параллельных измерений. Полученные в ходе опытов данные представлены на рис. 1.

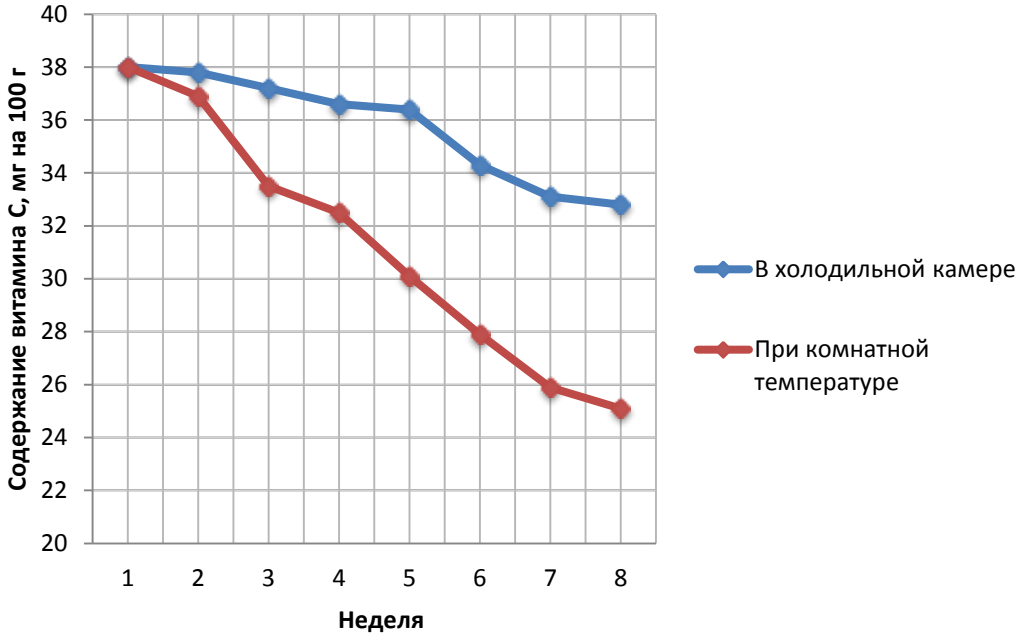


Рис. 1. Результаты экспериментального определения содержания аскорбиновой кислоты

Анализ результатов эксперимента показал, что в свежесорванных яблоках аскорбиновой кислоты значительно больше, чем в плодах после восьминедельного хранения. Основываясь на данных, полученных экспериментальным путем, можно сделать вывод, что количество витамина С в яблоках, которые хранились в помещении при температуре 20℃, уменьшилось на **12% через 4 недели** хранения и на **34% спустя 8 недель**, а в плодах после восьминедельного хранения при пониженной температуре содержание аскорбиновой кислоты сократилось на 14 %.

Таким образом, можно сделать вывод, что режим хранения плодоовощной продукции, в частности, яблок, играет важную роль в вопросе сохранения аскорбиновой кислоты в плодах. Полученные в результате эксперимента данные свидетельствуют о том, что плоды необходимо хранить в охлаждённой среде – в холодильной камере.

В настоящее время существуют различные способы хранения яблок. К ним относятся: хранилища, холодильники, холодильное хранение в

регулируемой газовой среде (РГС), а также хранение с использованием упаковки продукта в модифицированной газовой среде (МГС). Наиболее перспективным является метод хранения в регулируемой газовой среде. Этот метод способствует замедлению в плодах процессов дозревания после сбора урожая. Основное преимущество хранения яблок в камерах с РГС - практически полное сохранение органолептических и физико-химических свойств.

Список литературы

1. Ребров В. Г., Громова О. А. - Витамины и микроэлементы. - М: ГЭОТАР-Медиа, 2008. - 968с.
2. Шнайдман Л.О. - Производство витаминов. - М:Пищевая промышленность, 1976. - 439с.
3. Девис М., Остин Дж., Патридж Д. - Витамин С. Химия и биохимия. -М: Мир, 1999. - 176с.

Spisok literatury

1. Rebrov V. G., Gromova O. A. - Vitaminy i mikrojelementy. - M: GJeOTAR-Media, 2008. - 968s.
2. Shnajdman L.O. - Proizvodstvo vitaminov. - M:Pishhevaja promyshlennost', 1976. - 439s.
3. Devis M., Ostin Dzh., Patridzh D. - Vitamin C. Himija i biohimija. - M: Mir, 1999. - 176s.

УДК 534:663.2 (0.45)

ВОЗМОЖНОСТИ ОБРАБОТКИ ВИНА КЕРАМИЧЕСКИМИ МЕМБРАННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ В ПОЛЕ УЛЬТРАЗВУКА

К.т.н. Иванова М.А. mtomz85@mail.ru.
Аспирант Понедельченко А.А. alexsey@avrora-spb.su

Университет ИТМО
191002 Россия. г. Санкт-Петербург, ул. Ломоносова 9

На основе теоретических исследований процессов и оборудования для подработки вина нами подобрано оборудование для экспериментальной установки фильтрации с керамическими мембранными элементами. Ультразвуковой излучатель за счёт контактного наложения колебаний волн на керамический фильтр ускоряет процесс фильтрования вин и улучшает органолептические показатели.

Ключевые слова: Вино, керамический фильтр, ультразвук, фильтрование, повышение производительности.

WINE PROCESSING CAPABILITIES OF CERAMIC MEMBRANE ELEMENTS IN THE FIELD OF ULTRASOUND

PhD, Ivanova M.A., mtomz85@mail.ru;
graduate student, Ponedel'chenko A.A., alexsey@avrora-spb.su

University ITMO
191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9

Based on the theoretical research of processes and equipment for wine we picked underworking equipment for experimental setup of filtration with ceramic membrane elements. Ultrasound probe through the contact overlay hesitation of waves on the ceramic filter accelerates the process of filtering the wine, improves the organoleptic characteristics.

Key words: wine, ceramic filter, ultrasound, filtration, increasing productivity.

На основе теоретических исследований процессов и оборудования для подработки вина нами подобрано оборудование для экспериментальной установки фильтрации с керамическими мембранными элементами. Ультразвуковой излучатель за счёт контактного наложения колебаний волн на керамический фильтр ускоряет процесс фильтрования вин, улучшает органолептические показатели. Планомерное использование физических факторов ультразвука может существенно стабилизировать отдельные операции процесса и даже повысить его характеристики. Так операции осветления, фильтрации и обезгаживания вполне поддаются ускорению благодаря разработанным керамическим фильтрам, а стабилизация этого процесса, - применением механической энергии ультразвука, хотя в целом научных работ в этом направлении недостаточно[2]. Ниже,на рис.1.показаны некоторые керамические фильтрующие элементы типа **КМФЭ** с возможным диапазоном микрофильтрации от 1,5 мкм. до 0,1 мкм.

Рис.1. Серийные керамические мембранные фильтры. **КМФЭ:**
КМФЭ-1; диаметр наружный – 10,0 мм; диаметр канала – 6,0 мм; число каналов – 1;длина – 800 мм; площадь фильтрации ~ 0,015 кв.м **.**
КМФЭ-7 диаметр наружный –25,0 мм; диаметр канала – 6,0 мм; число каналов –7;длина – 800 мм; площадь фильтрации ~0,1 кв.м

НПО «Керамикфильтр» разрабатывает и производит керамические мембранные фильтры для микро- и ультрафильтрации, владеет оригинальными технологиями разделения, очистки и концентрирования Керамические мембранные фильтры представляют собой одно- или многоканальные трубки из материала на основе электрокорунда (α-оксида алюминия) или/и диоксида титана (анатазной или рутильной модификаций), имеющие на внутренних поверхностях каналов пористую мембрану на основе α оксида алюминия или/и β карбида кремния в виде коротковолокнистых нитевидных монокристаллов, диоксида титана (анатазной или рутильной модификаций), диоксида циркония**.**

Теоретические исследования показывают, что комбинированное применение экологически чистых керамических фильтров и дозированного ультразвука, который имеет неоспоримые преимущества по сравнению с известными способами: обеспечит стерильность конечного продукта; не требует расходных материалов (в сравнении с химическими способами), прост в управлении и автоматизации процесса, снижает влияние человеческого фактора[6,7]. Ультразвуковой способ фильтрации вин обеспечивает постоянную очистку межпорового объема фильтров[11,8].

Пока в этой области недостаточно исследовательских работ, чтобы такую технологию внедрить в промышленное производство. Кроме того, до последнего времени ультразвуковые интенсифицирующие воздействия практически не применялись для одновременного ускорения процессов фильтрования и холодной стерилизации вин. Видимо это было обусловлено отсутствием долговечных и качественных фильтров, специализированных ультразвуковых аппаратов, сложностью передачи акустических волн через различные по свойствам материалы и обрабатываемые среды. В настоящее время пока четко определились с диапазоном ультразвуковых колебаний (частота более 20 кГц) и уровнем ультразвукового давления (до 130 дБ). Диапазон используемых частот обусловлен требованиями обеспечения безопасности человека, а уровень звукового давления - необходимостью реализации максимальной эффективности процессов.

Особенно эффективно ультразвуковое воздействие на процессы, протекающие в жидкостных и дисперсных системах[3,4,5,8]. Это обуславливает необходимость создания контактных с вином источников ультразвукового воздействия, например вибрирующих керамических труб-фильтров. **Для передачи механических воздействий от ультразвукового излучателя к фильтрующим керамическим элементам изготовлено и запатентовано** звукопередающее приспособление, надеваемое на металлический корпус фильтра с мембранными элементами. [2]. (Рис.4).

Рисунок 4. Звукопередающее приспособление.

Поэтому актуальность создания проточной микрофильтрационной установки непрерывного действия с ультравибрирующими керамическими мембранными элементами для осветления вина очевидна.

Список литературы:

1. Зайчик Ц.Р., Прохоренко П.П. Технологическое оборудование винодельческих предприятий. Учебник. М.:ИНФРА-М 2014г. -496 с.
2. Патент РФ на полезную модель № 146625, 16. 09. 14.
3. В. Н. Хмелев, С.Н. Цыганок, Р.В. Барсуков, Ю.М. Кузовников //Изучение Влияния Ультразвукового Воздействия на Процессы Осветления Облепихового Виноматериала// Бийский технологический институт (филиал) ГОУ ВПО Алтайский технический государственный университет имени И.И. Ползунова, Бийск, Россия
4. Рожнов Е.Д., Кузовников Ю.М, Хмелев В.Н., Севодин В.П. Влияние ультразвука на процесс осветления облепихового виноматериала // Виноделие и виноградарство. – 2011. – №5. – С.14-15.
5. Khmelev V.N., Tsyganok S.N., Barsukov R.V., Sevodin V.P., Rozhnov E.D., Kuzovnikov Y.M., Abramenko D.S. Studying of ultrasonic treatment effect on sea-buckthorn wine clarification // 12th International Conference and Seminar on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM'2011 - Proceedings 2011. c. 265-268.
6. Истратова Е.Е. Определение технологических параметров процесса мембранного концентрирования сыворотки / Е.Е. Истратова, А.А. Пашкевич // Техника и технология п Гаврилов Г.Б., Остроумов Л.А. Концентрирование компонентов молочной сыворотки ультрафильтрацией // Деп. в ВИНИТИ 15.11.05,- №1467-В 2005. – 8, сборник научных трудов. - Кемерово, 2006.-с . 48-50.
7. Патент B01D31 SU 856495 Керамический фильтр.
8. Хмелев, В. Н. Ультразвуковые многофункциональные и специализированные аппараты для интенсификации технологических процессов в промышленности [Текст] / В. Н. Хмѐлев [и др.]. – Барнаул: АлтГТУ, 2007. – 416 с.

9. Прохоренко П.П., Дежкунов Н.В., Коновалов Г.Е. Ультразвуковой капиллярный эффект. – Минск.: Наука и техника, 1981. – 135 с.

References:

1. Zaychik Ts.R., Prohorenko P.P. Tehnologicheskoe oborudovanie vinodelcheskih predpriyatiy. Uchebnik. M.:INFRA-M 2014g. -496 s.
2. Patent RF na poleznuyu model # 146625, 16. 09. 14.
3. V. N. Hmelev, S.N. Tsyiganok, R.V. Barsukov, Yu.M. Kuzovnikov //Izuchenie Vliyaniya Ultrazvukovogo Vozdeystviya na Protsessyi Osvetleniya Oblepihovogo Vinomateriala// Biyskiy tehnologicheskiy institut (filial) GOU VPO Altayskiy tehnicheskiy gosudarstvennyiy universitet imeni I.I. Polzunova, Biysk, Rossiya
4. Rozhnov E.D., Kuzovnikov Yu.M, Hmelev V.N., Sevodin V.P. Vliyanie ultrazvuka na protsess osvetleniya oblepihovogo vinomateriala // Vinodelie i vinogradarstvo. – 2011. – #5. – S.14-15.
5. Khmelev V.N., Tsyganok S.N., Barsukov R.V., Sevodin V.P., Rozhnov E.D., Kuzovnikov Y.M., Abramenko D.S. Studying of ultrasonic treatment effect on sea-buckthorn wine clarification // 12th International Conference and Seminar on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices, EDM'2011 - Proceedings 2011. s. 265-268.
6. Istratova E.E. Opredelenie tehnologicheskih parametrov protsessa membrannogo kontsentrirovaniya syivorotki / E.E. Istratova, A.A. Pashkevich // Tehnika i tehnologiya p Gavrilov G.B., Ostroumov L.A. Kontsentrirovanie komponentov molochnoy syivorotki ultrafiltratsiey // Dep. v VINITI 15.11.05,-#1467-V 2005. – 8, sbornik nauchnyih trudov. - Kemerovo, 2006.-s . 48-50.
7. Patent B01D31 SU 856495 Keramicheskiy filtr.
8. Hmelev, V. N. Ultrazvukovyie mnogofunktsionalnyie i spetsializirovannyie apparatyi dlya intensifikatsii tehnologicheskih protsessov v promyishlennosti [Tekst] / V. N. Hm

УДК 664.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СУСПЕНЗИИ ЦИТРУСОВЫХ В УЛЬТРАЗВУКЕ

Верболоз Е.И. elenaverboloz@mail.ru;
Распопов К.С. raspopov.constantin@yandex.ru

ФГБОУ ВПО НИУ ИТМО ИХиБТ «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики. Институт холода и биотехнологий». г. Санкт-Петербург, Россия.

Элин R.Амирова

Тихоокеанский колледж восточной медицины7445 миссии Valey Poa.
San Diego, CA, 92108, США

Спроектирована и создана ультразвуковая установка для получения сокосодержащего напитка из кожуры лимона. Авторами опробована технология удаления горечи из кожуры методом кавитационной обработки, благодаря чему сократилось время на операцию. При повторном диспергировании в воде ультразвуком в течение 10 минут получен практически стерильный сокосодержащий напиток с умеренной кислотностью и сильным ароматом лимона.

Ключевые слова: ультразвуковая установка, кожица лимона, диспергирование, кавитация. сокосодержащий напиток.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF INSTALLATIONS FOR THE PROCESSING OF SLURRIES OF CITRUS IN ULTRASOUND

Verboloz E.I. elenaverboloz@mail.ru;
Raspopov K.S. raspopov.constantin@yandex.ru

Federal State Educational Institution of Higher Professional Education
National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics
St. Petersburg State University of Information Technologies, Mechanics and Optics. Institute of Refrigeration and biotechnology, St. Petersburg, Russia

Eline R.Amirova

Pacific College of Oriental Medicine.7445 Mission Valey Roa,?San-Diego,CA, 92108, USA

Designed and created by ultrasonic installation for a sugar-free juice drink of lemon peel. The authors tested technology of removing the bitterness from the Peel by cavitation, resulting in reduced processing time per operation. When dispersing in water by ultrasound for 10 minutes is virtually sterile juice drink with moderate acidity and strong flavor of lemon.

Key words: ultrasonic installation, lemon peel, dispersing, cavitation. juice drink.

После переработки цитрусовых и некоторых других плодов на натуральные соки, джемы и компоты, остается до 37% по массе кожуры,

которую трудно перерабатывать[1,3]. Особенностью технологии переработки цитрусовых плодов является наличие в кожуре ценных эфирных масел, которые играют огромную роль в формировании вкуса сока. Но некоторые придают ему неприятный горький привкус, поэтому их содержание в соках не должно превышать 0,01-0,002%. В связи с чем технология переработки кожуры цитрусовых предусматривает сначала частичное извлечение горечи. Горечь придают гликозид нарингин, альдегиды (d-лимонин, цитраль и цитронеллаль (≈ 4%), некоторые эфиры (ацетат линалола, монотерпены (в том числе лиманен), который составляет ≈ 95% всех масел. Горький вкус нарингина превышает горечь хинина в 100 раз. В лимонах его от 0,10 до 0,70%.Ощущаемый порог горечи -0,008-0,009%. Поэтому при обработке кожуры нарингин, d-лимонин и цитраль надо частично удалять. Для этого используют ацетон, этилацетат или простое многочасовое вымачивание в холодной воде. Или до 30 мин в проточной воде, чем можно снизить горечь в 2-3 раза. Перед обработкой кожуру дробят для более легкого извлечения эфирных масел и соков[3].

После удаления горечи выжимки и кожуру в виде тонкоизмельченной цитрусовой пульпы перерабатывают в напитки, содержащие определенное количество мякоти плодов. В современных условиях для консервирования таких напитков наряду с тепловой обработкой все шире применяются химические консерванты, добавление небольшого количества которых позволяет существенно пролонгировать срок хранения продукта. Это сорбиновая, бензойная, сернистая кислоты.

Стерилизация ультразвуком пока широко не распространена ввиду недостатка экспериментальных данных. Известно, что при распространении интенсивных ультразвуковых колебаний (интенсивностью более 1-2 Вт/см^2) в жидкости наблюдается эффект, ультразвуковой кавитации. Уже при интенсивности ультразвука более 0,5-0,8 Вт/см^2, начинается процесс разрушения клеток, в первую очередь отдельных - это дрожжевых, молочнокислых и многих болезнетворных. Воздействие на многоклеточные пищевые продукты и даже витамины начинается при значительно более высокой интенсивности (3-12Вт/см^2.[4]. Это мы учли при подборе ультразвукового аппарата и посуды для процесса диспергирования лимонных корок (Рис.1.).

Рис.1.Диспергирование кожуры лимона и полученные сокосодержащие напитки (Слева- экстрагирование настаиванием, справа - после обработки ультразвуком).

В эксперименте лимоны после предварительной мойки и ополаскивания теплой водой, очищали от кожуры. Из 1 кг лимонов для дальнейшей обработки получено 340 г кожуры, которую разделили на 2 равные части. После 4-минутной обработки ультразвуком мощностью 250Вт мелко измельченной (2-3мм) кожуры воду (300грамм) с горечью удалили, добавили новую порцию - 300 грамм холодной воды и диспергировали 10 минут при температуре около 55 градусов (за счет поглощения энергии ультразвука). На ультразвуковой излучатель подавали 400 Вт. Диспергирование проводилось в пластмассовой посуде до постоянства показаний кислотности. В результате получено 278г сокосодержащего непрозрачного напитка без добавления сахара и кислот.

Вторую половину кожуры (170г) также механически измельчили (2-3мм), залили 300 г воды 80^0С на 20 минут и слили, после чего добавили горячую воду 80^0С на 2 часа. За это время концентрация сока по кислотности стабилизировалась и его отделили от выжимок (258г слегка более прозрачного сока). Он оказался менее кислым и недостаточно ароматным. Напиток, обработанный ультразвуком, был с более выраженным ярким цветом, ароматом и без привкуса горечи. Полученные сокосодержащие напитки перелили в стерильные герметичные банки для проверки стерилизующего эффекта ультразвука при хранении без холодильника. Результаты изменения кислотности напитков представлены на рисунке 2.

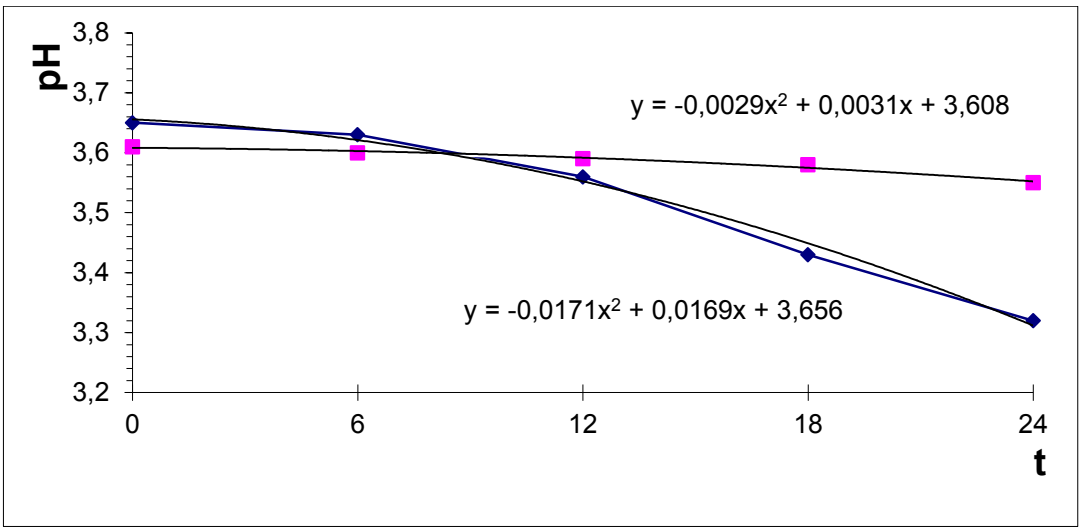


Рис.2.Изменение pH лимонных напитков из кожуры в течение первых суток.

На графике видно, что лимонный напиток, полученный без ультразвука, уже в конце первых суток начал закисать, видимо, за счет микрофлоры, попавшей из воздуха(кривая падает вниз). В тоже время, напиток, обработанный ультразвуком, практически не изменил своих свойств, возможно из-за наличия повышенного количества кислот и стерилизующего действия ультразвука. Поэтому обработку ультразвуком можно считать, как метод пролонгирования сроков хранения соков, особенно полуфабрикатов на производстве.

Литература.

1. Лысянский В. М., Гребенюк С. М. Экстрагирование в пищевой промышленности. - М.: Агропромиздат, 1987. - 188 с.
2. Пакен П. / пер. с англ.; Функциональные напитки и напитки специального назначения, СПб.: Профессия, 2010 – 496 с.
3. Салманова А. С.Способы получения высококачественных растительных экстрактов – источников обогащения безалкогольных напитков биологически активными веществами / А. С. Салманова. – М.: ПНИИТЭИПищепром, 1981. – 27 с.
4. Хмелев В.Н. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности. - Бийск: АГТУ, 2010.-203 с.

Literature.

1. Lyisyanskiy V. M., Grebenyuk S. M. Ekstragirovanie v pischevoy promyishlennosti. - M.: Agropromizdat, 1987. - 188 s.
2. Paken P. / per. s angl.; Funktsionalnyie napitki i napitki spetsialnogo naznacheniya, SPb.: Professiya, 2010 – 496 s.
3. Salmanova A. S.Sposobyi polucheniya vyisokokachestvennyih rastitelnyih ekstraktov – istochnikov obogascheniya bezalkogolnyih napitkov biologicheski

aktivnyimi veschestvami / A. S. Salmanova. – M.: PNIITEIPischeprom, 1981. – 27 s.
4. Hmelev V.N. Primenenie ultrazvuka vyisokoy intensivnosti v promyishlennosti. - Biysk: AGTU, 2010.-203 s.

УДК628.164

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО МЕТОДА СНИЖЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Романова О.Н., Новикова М.А., студенты, ola.romanova25@yandex.ru

ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске

В статье раскрывается содержание понятия «жесткость» воды. Дана характеристика видов жесткости (карбонатная, некарбонатная, общая).Описываются причины возникновения солей жесткости в водах, а также их влияние на технологические процессы, происходящие на производстве и процессы жизнедеятельности организма человека. Приводится краткий обзор существующих методов умягчения воды (термический, химический, метод ионного обмена). Даются характеристики главных принципов, лежащих в основе каждого из методов, и выделяются их основные недостатки. Представлено описание процессов, происходящих с солями жёсткости, с помощью химических формул. Особое внимание уделяется термическому методу снижения жесткости воды. Приводятся результаты экспериментальных исследований, проведенных с целью установления изменения уровня жесткости под воздействием высоких температур.

Ключевые слова: жесткость,методы умягчения воды, термический метод, кипячение, осадок.

APPLICATION OF THE METHOD OF THERMAL SOFTENING TO ENSURE WATER QUALITY

Romanova O.N., Novikova M.A.,students, ola.romanova25@yandex.ru

Associate Professor, Moscow Power Engineering Institute (Smolensk Branch)

The article explains the concept of "hardness" of water. The characteristic species of hardness (carbonate, non-carbonate, total). Describes the cause of hardness in the water, as well as their influence on the processes taking place in

the production and life processes of the human body.A brief review of existing methods of water softening (thermal, chemical, ion exchange method). Given the characteristics of the main principles underlying each method, and highlights their main shortcomings. The description of the processes occurring with salts of hardness by chemical formulas. Particular attention is paid to thermal methods of reducing water hardness. The results of experimental studies conducted to determine changes in the level of rigidity at high temperatures.

Keywords: hardness, methods of water softening, a thermal method, boiling the precipitate.

Воды природных источников содержат в своем составе вещества органического и минерального происхождения. Минеральный состав определяется характеристикой грунтовых вод, формирование органического состава происходит за счет соединений, вымываемых из пород и образующихся в самих водоемах в результате биохимических процессов. Содержание тех или иных примесей в водах, используемых пищевой промышленностью, подвергается жестким требованиям.

Одним из важнейших свойств природных вод является их жесткость. Термин «жесткость» определяет собой свойства, которые придают воде растворенные в ней соли кальция и магния. При нагревании соли кальция и магния выпадают в осадок, т.е. образуют накипь. Следует отметить, что жесткость могут обуславливать также ионы Sr, Ba, Fe, Mn, но содержание этих ионов в природных водах понижено, поэтому их, как правило, не учитывают. Различают общую, карбонатную, некарбонатную жесткости.

Карбонатная жесткость воды – так называемая временная жесткость – в основном обуславливается присутствием в воде бикарбонатов кальция и магния. Некарбонатная жесткость воды – так называемая постоянная жесткость – обуславливается наличием в воде хлоридов, сульфатов и других некарбонатных солей кальция и магния. Таким образом, общая жесткость равна сумме кальциевой и магниевой жесткостям с одной стороны, и сумме карбонатной и некарбонатной жесткостям – с другой (рис. 1).

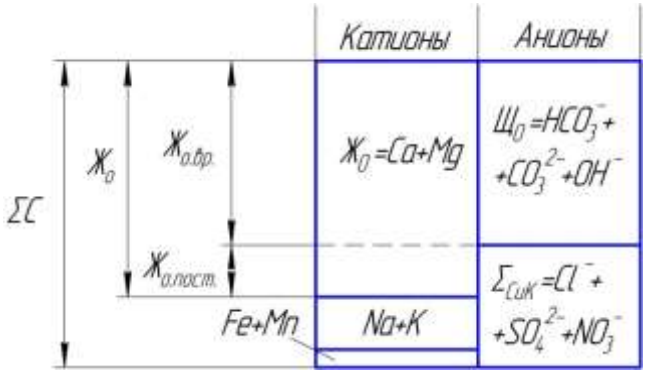


Рис.1. Ионный состав воды

С целью умягчения воды применяются следующие методы:

1. Термический, основанный не нагревании или дистилляции воды (перегонке).

2. Химический, когда ионы Ca^{2+} иMg^{2+}, находящиеся в воде, связываются различными реагентами-умягчителями в практически нерастворимые соединения.

3. Метод ионного обмена, основанный на обмене ионов Ca^{2+} иMg^{2+}, находящихся в воде на ионы Na^{2+} или H^{+}путем пропускания воды через иониты.

Карбонатная жесткость представляет собой наличие кальция, магния и железа, а также гидрокарбонатов $Ca(HCO_3)_2$ и $Mg(HCO_3)_2$. При кипячении воды данный тип жесткости практически полностью устраняется,Ca^{2+} иMg^{2+}удаляются, образую нерастворимые осадки.

$$Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{t} CaCO_3 \downarrow + CO_2 \uparrow + H_2O$$

Однако в промышленных масштабах умягчать воду термическим способом не выгодно, поэтому используют другие методы, например химический.

Чтобы уменьшить карбонатную жесткостьприменяют метод известкования, при котором в обрабатываемую воду вводят известь$Ca(OH)_2$. Реакции, протекающие при введении извести выглядят следующим образом:

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaCO_3 \downarrow + H_2O$$

$$Mg(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow Mg(OH)_2 \downarrow + 2CaCO_3 + H_2O$$

Для некарбонатной жесткостихарактерно присутствие сульфатных, нитратных и хлоридных ионов, солей кальция и магния которых прекрасно растворяются в воде. Кипячение не способствует устранению этого типа жесткости.

Чтобы снизить карбонатную жесткость в промышленности используют кальцинированную соду Na_2CO_3.Этому процессу соответствует следующая реакция:

$$MgSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow MgCO_3 \downarrow + Na_2SO_4$$

Общая жесткость определяется как суммарная величина наличия солей магния и кальция в воде.Избавится от такой жесткости поможет одновременное добавление извести и соды (известково-содовый способ).

Также одним из способов устранения общей жесткости является введение ортофосфата натрия, тетрабората натрия. В связи с тем, что ортофосфатыменее растворимы, чем карбонаты, то их использование более удобно при умягчении воды:

$$3CaSO_4 + 2Na_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 \downarrow + 3Na_2SO_4$$

Наиболее прогрессивным методом снижения жесткости воды является технология, основанная на использовании ионно-обменных смол (катионитов и анионитов). Катиониты представляют собой синтетические ионно-обменные смолы – алюмосиликаты, к примеру:$Na_2[Al_2Si_2O_8 \cdot nH_2O]$.

Их общая формула представима следующим видомNa_2R, где Na^{+}-подвижный катион, R - частица катионита с отрицательный заряд.

Когда жесткая вода протекает через слой катионита, то происходит обмен катионов по следующим реакциям:

$$Ca^{2+} + Na_2R \rightarrow 2Na^+ + CaR$$
$$Mg^{2+} + Na_2R \rightarrow 2Na^+ + MgR$$

Ионы Ca^{2+} и Mg^{2+}переходят в катионит из раствора. Для того, чтобы катионит можно было использовать повторно, его промывают концентрированным раствором NaCl:

$$CaR + NaCl \rightarrow CaCl_2 + Na_2R$$

Очистку воды от солей жесткости можно проводить с помощью обратного осмоса. Этот метод основан на прохождении воды через полупроницаемые мембраны. Вместе с солями жёсткости удаляется и большинство других солей. Этот метод нашёл наибольшее применение в бытовых системах подготовки питьевой воды.

Метод умягчения воды, основанный на удалении солей из воды под действием электрического поля. Удаление солей происходит при помощи специальных мембран. Этот метод, как и технология обратного осмоса, освобождает воды не только от ионов жесткости, но и от иных солей.

Концентрация катионов кальция и магния задает жесткость воды.

В системе единиц СИ эта концентрация выражаются в молях на кубический метр (моль/м^3).

Жесткость воды (степень жёсткости) принято выражать в ммллиэквивалентах ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в 1 л воды (мэкв/л). 1мэкв/л соответствует содержанию в 1 л воды 20,04 мг кальция или 12,16 мг магния.В зависимости от содержания ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} природные воды делятся на следующие группы:

Таблица 1 - Группы жесткости воды

Величина общей жесткости (мэкв/л)	Группа воды
До 2	мягкая
2 - 6	средней жесткости
6 - 10	жесткая
более10	очень жесткая

В настоящее время действует Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 52029-2003 «Вода. Единицы жесткости». Согласно ГОСТ жесткость выражается в градусах жесткости, которые обозначаются символом °Ж или °Н. 1°Ж соответствует концентрации щелочноземельного элемента, численно равной 1/2 его моля, выраженной в мг/дм³ (г/м³) (1 °Ж = 1 мг-экв/л).

Различают мягкую воду (жесткость 3,0° и менее), воду средней жесткости (от 3,0 до 6,0°) и жесткую воду (свыше 6,0°).Следует отметить то, что жесткость водопроводной воды непостоянна, она зависит от времени года, количества осадков и географического расположения пункта.

В Смоленском регионе вода характеризуется повышенным содержанием солей железа, а также повышенной жесткостью. Анализ

значений наиболее распространенных нормируемых показателей представлена в табл. 2.

Таблица 2. Сравнительный анализ значений нормируемых показателей воды

Микроэлементы, содержащиеся в воде	СанПиН 2.1.4.1074-01 (для централизованных систем водоснабжения)	СанПиН 2.1.4.1175-02 (для не централизованных систем водоснабжения)	Рекомендации ВОЗ (Всемирной организации здравоохранения)	Возможные содержания микроэлементов в воде по Смоленску и Смоленской области
Жесткость (мг-экв/л)	7	7 - 10	1,5 – 2,5	до 5 - 10 (для артезианских скважин)
Железо (мг/л)	0,3	0,3	до 0,3	0,6 - 7
Органолептика:				
Запах (баллы)	2	не более 2 - 3	не более 1	до 4
Привкус (баллы)	2	не более 2 - 3	не более 1	до 4
Цветность (градусы)	20	не более 30	не более 20	до 45
Мутность (ЕМФ)	1,5 – 2,6	в пределах 2,6 - 3,5	не более 1,5	до 9
Стронций (мг/л)	7	7	-	до 16
Бактериология – ОМЧ (КОЕ/1 мл)	не более 50	100	-	14% не соответствующих требованиям проб

На базе Национального исследовательского университета МЭИ в г. Смоленске были проведены исследования жесткости водопроводной воды в разных районах города. Для определения жесткости воды был использован pH-метр-иономер Эксперт-001. По результатам сравнения разности электродных потенциалов с эталонными значениями, прибор автоматически выводит результаты определения на дисплей. Эксперимент предусматривал исследование термического метода снижения жесткости воды (рис.2, рис. 3)

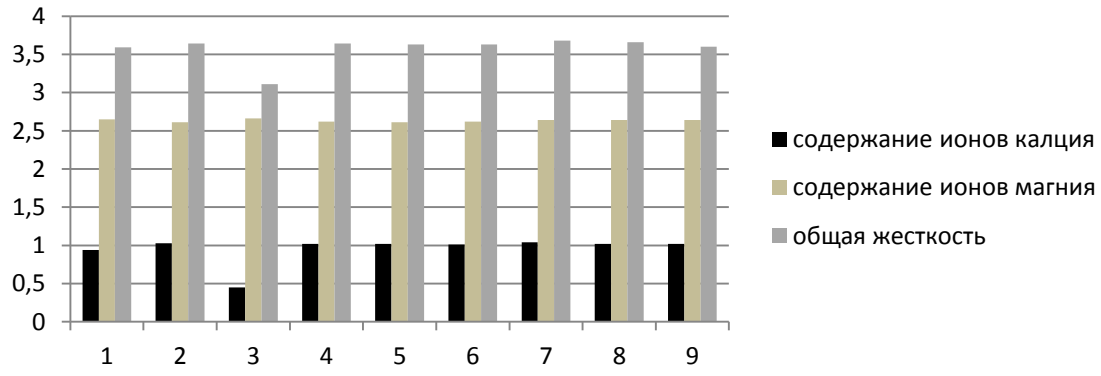


Рис.2 Результаты исследования жесткости исходной водопроводной воды

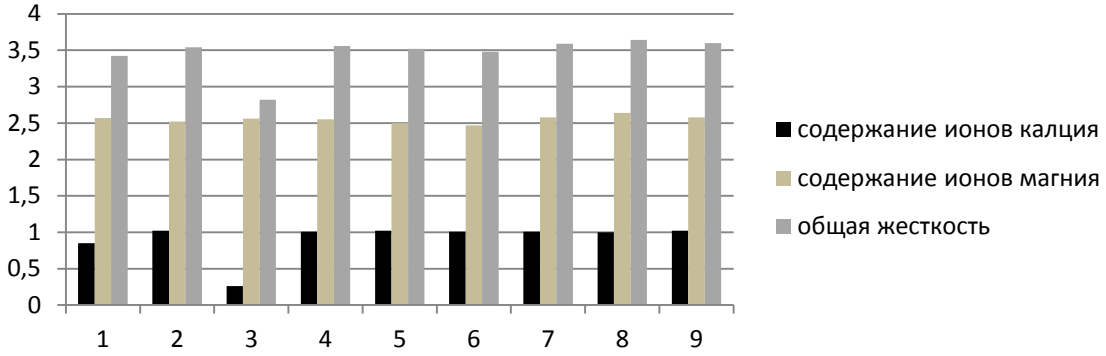


Рис.3 Результаты исследования жесткости водопроводной воды после термической обработки

Показатель жесткости воды оказывает существенное влияние на различные технологические процессы, происходящие на производстве, а так же на процессы жизнедеятельности организма человека. Высокие концентрации солей жесткости приводят к поломке водонагревательной техники, в связи с образованием накипи, сухости кожи, снижению моторики желудка. Низкие же концентрации, т.е. мягкая вода, приводит к коррозии труб, увеличиваются риски сердечно-сосудистых заболеваний. Все эти факторы указывают на необходимость контроля показателя жесткости.

В ходе проведенной работы было установлено, что вода, поступающая в водопроводные сети жителей г. Смоленска обладает средним показателем жесткости, содержание солей магния превосходит содержание солей кальция, термическая обработка воды позволяет снизить общую жесткость, но незначительно, поэтому в некоторых случаях для обеспечения заданных показателей качества необходимо применять другие способы снижения жесткости воды.

Список литературы:

1. Романова О.Н., Новикова М.А., Куликова М.Г. Технические системы обеспечения заданных показателей качества воды. // Сборник трудов IV международной научно-практической конференции «Инновации, качество и сервис в технике и технологиях» Том 2, Курск, 2014. С.67-70.

2. Романова О.Н., Куликова М.Г. Экспериментальное исследование термического способа снижения жесткости воды. // Сборник трудов VI Международной научно-технической конференции «Энергетика, информатика, инновации - 2014», Смоленск, 2014. С. 201-205.

3. Сидорова А.И., Куликова М.Г. Сравнительный анализ показателей качества безопасности питьевой воды. // Сборник трудов 3-й Международной научно-практической конференции, Курск, 2013. С. 322-326.

References:

1. Romanova O.N., Novikova M.A., Kulikova M.G. Tehnicheskie sistemyi obespecheniya zadannyih pokazateley kachestva vodyi. // Sbornik trudov IV mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Innovatsii, kachestvo i servis v tehnike i tehnologiyah» Tom 2, Kursk, 2014. S.67-70.
2. Romanova O.N., Kulikova M.G. Eksperimentalnoe issledovanie termicheskogo sposoba snizheniya zhestkosti vodyi. // Sbornik trudov VI Mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii «Energetika, informatika, innovatsii - 2014», Smolensk, 2014. S. 201-205.
3. Sidorova A.I., Kulikova M.G. Sravnitelnyiy analiz pokazateley kachestva bezopasnosti pitevoy vodyi. // Sbornik trudov 3-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Kursk, 2013. S. 322-326.

УДК 66.084.8

ЭКСТРАГИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ЗЛАКОВ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКА БЕЗ ПРОРАЩИВАНИЯ

Салокеева А. Р., магистр, ms.salokeeva@mail.ru
Громцев А. С., старший преподаватель кафедры ТМиО
Институт холода и биотехнологий Национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО)

Использование ультразвукового излучения значительно ускоряет процесс выделения необходимых полезных веществ из злаков, что позволяет снизить энергозатраты на предварительную обработку и проращивание при производстве зернового хлеба.

Ключевые слова: ультразвук, зерновой хлеб, лён, кунжут, экстрагирование.

EXTRACTION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES FROM CEREALS USING ULTRASOUND WITHOUT GERMINATION

Salokeyeva A. R., master, ms.salokeeva@mail.ru
Gromtsev, A. S., senior lecturer University ITMO
Institute of Refrigeration and Biotechnologies, National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (University ITMO)

The use of ultrasonic radiation speeds up the process of allocation of the necessary nutrients from grains, which reduces the energy consumption for pre-processing and germination in the production of grain bread.

Keywords: ultrasound, grain bread, flax, sesame, extraction.

В настоящее время растет потребность в продуктах питания с высоким содержанием натуральных витаминов, минералов, ферментов, то есть в продуктах с высокой пищевой и биологической ценностью.

Хлебопекарное производство выпускает в больших объемах хлеб с добавлением различных растительных злаков, таких как пшеница, рожь, семена подсолнечника, льна, кунжута и др. Такие злаки, как лён и кунжут обладают рядом преимуществ. Например, лён – активно повышает сопротивляемость организма, так как содержит витамины Е, К, А, В12, С, фолиевую кислоту, каротин. Также проростки и семена льна обладают слизистостью и способствуют очищению желудочно-кишечного тракта, ускоряют пищеварение, поглощают токсические вещества. Кунжут, также как и лён, обладает большим количеством кальция (1400мг/100г), поэтому он обычно назначается женщинам во время беременности и кормления ребенка, детям в период интенсивного роста и смены зубов.

Но, прежде чем добавлять злаки в тесто, необходимо, чтобы оно «ожило». То есть злак находится в «спящем режиме» до его замачивания и прорастания. В таких злаках снижено содержание ферментов, витаминов, микроэлементов. В них все вещества находятся в сложном состоянии, не способные перевариться в организме человека. Поэтому необходимо расщепить сложные углеводы до простых углеводов, сложные молекулы белков до аминокислот, сложные строения жиров до жирных кислот. Все эти вещества необходимы человеку, так как его организм не способен сам синтезировать их. Например, линолевая жирная кислота - незаменимая жирная кислота, содержится в семенах и проростках льна (55% от общего количества всех веществ). Еще одна жирная кислота, не способная синтезироваться в организме – линолевая – содержится в кунжутных проростках (30-47% от общего количества всех веществ).

Содержание всех полезных элементов находится именно в пророщенных злаках. Поэтому, чтобы выделить все полезные вещества из злаков необходимо их прорастить. Пророщенные злаки – это самая богатая ферментами пища. Регулярное питание проростками улучшает общее состояние организма, работу нервной и кровеносной систем, работу сердца,

органов дыхания и функцию ЖКТ. Отсюда следует необходимость потребления пророщенных злаков.

Проростки кунжута:

В семенах кунжута до 40% высококачественных белков, до 65% масла. Проростки кунжута укрепляют костную ткань, что связано с количеством входящих в него макро- и микроэлементов. По содержанию кальция (до 1474 мг/100 г) кунжут превосходит все пищевые продукты, даже многие сорта сыра. Семена содержат также калий (497 мг/100 г), фосфор (616 мг/100 г), магний (540 мг/100 г), железо (до 10,5 мг/100 г), цинк, витамины B1 (0,98 мг/100 г), B2 (0,25 мг/100 г), B3 (5,4 мг/100 г). Количество витамина С увеличивается при прорастании с 2,15 до 34,67 мг/100г.

Проростки льна:

Активно повышают сопротивляемость организма, дают силу и бодрость, поддерживают работу каждой клетки. В семенах льна масло (до 52%), белки, углеводы, много фосфора (700 мг/100 г), магния (380 мг/100 г), железа (7.7 мг/100 г), цинка (5.7 мг/100 г), а по количеству кальция (1400 мг/100 г) сравнимы с семенами кунжута. Содержат витамины Е, К, F, B1, фолиевую кислоту, каротин. Количество витамина С увеличивается при прорастании с 1,35 до 22,47 мг/100г. [1]

Чтобы экстрагировать полезные вещества из злаков, необходима их предварительная обработка. В технологии производства зернового хлеба существует целый ряд этапов подготовки зерна и злаков перед добавлением их в тесто.

Первым этапом является очистка и шелушение злаков на обдирочном оборудовании. Во время этого процесса осуществляется удаление минеральных загрязнений и семенных оболочек. Но вместе с удалением оболочек происходит удаление такого важного компонента, как клетчатка. В оболочке злака содержание клетчатки больше, чем в зародыше и эндосперме. Клетчатка способствует регулированию двигательной функции кишечника, снижению сердечно-сосудистых и раковых заболеваний, препятствует ожирению.

Также в оболочке злаков, а именно в оболочке семян льна и кунжута содержится большое количество лигнанов, то есть «растительных гармонов», которые являются мощными антиоксидантами, обладающие антибактериальными и антивирусными свойствами. Также лигнаны препятствуют развитию рака молочной железы и простаты. Содержание лигнанов в семенах льна составляет 52679 мкг/100г, в то время как в очищенных злаках всего 359 мкг/100г.

Вторым и наиболее продолжительным этапом подготовки сырья является замачивание злаков и дальнейшее проращивание, для экстракции ферментов и полезных веществ. В обычном производстве процесс экстрагирования занимает от 1 часа до нескольких суток, или даже недель, что является энергозатратным. Также в течение замачивания несколько раз

осуществляется смена воды, для дезинфекции злаков и предотвращения застаивания воды.[2]

Известен способ подготовки зерна и злаков к помолу, включающий очистку от примесей, обработку поверхности зерна сухим и мокрым способом, основной этап гидротермической обработки зерна (увлажнение в увлажнительных шнеках и последующее отволаживание), повторную обработку поверхности зерна в обоечных машинах, обработку в энтолейторе, пропуск после него через аспиратор и дополнительное увлажнение и отволаживание. При этом необходимо достичь максимального разрыхления эндосперма зерна с помощью гидротермической обработки. Недостатками этого способа являются применение большого количества технологического оборудования, длительность операций на очистку и длительное время отволаживания (в зависимости от вида и качества зерна).[3]

Другой способ обработки зерна включает гидротермическую обработку зерна, состоящую из общеизвестных процессов увлажнения (путем помещения зерна в воду) и отволаживания зерна. Согласно прототипу зерно, помещенное в воду, предварительно обрабатывают источником ультразвука, в качестве которого используют ультразвуковой технологический комплект типа УЗТК 18/22-0,63. В процессе обработки зерна ультразвуковые волны в воде порождают акустическую кавитацию, плотность мощности которой составляет 2,5 кВт/см^2. При этом указанная плотность мощности создается источником ультразвука мощностью 1 кВт и частотой колебаний ультразвука 22 кГц. Акустическая кавитация проявляется в виде колебаний парогазовых пузырьков, сопровождающихся возникновением периодического несинусоидального звукового поля, с высокими пиковыми значениями давления и колебательной скорости. После обработки ультразвуком производят отволаживание зерна в течение 8 часов, при этом плодовые оболочки зерна оказываются хорошо подготовленными к отделению оболочки от зерна и ее удалению. Недостатками данного способа являются медленный процесс отволаживания зерна и недостаточное разрушение оболочки зерна. [4]

Такой процесс в биотехнологии, как экстрагирование, требует много времени для получения продукта нужного качества. Этот процесс может быть интенсифицирован с помощью ультразвукового облучения.

Все ультразвуковые технологии основаны на взаимодействии ультразвука со средой. Например, в жидких средах, мощный ультразвук вызывает такие эффекты, как кавитация, интенсивные микро- и макропотоки, приводящие к быстрому перемешиванию компонентов среды, образованию стойких эмульсий, экстрагированию растворимых компонентов из находящихся в жидкости частиц, приводящее к разрушению этих частиц.

При ультразвуковом воздействии на семена злаков создаются гидравлические удары, во время процесса кавитации, что приводит к разрушению оболочки семени. После чего наблюдается ускорение

массообменных процессов, из-за быстрого проникновения влаги в злак и его размягчения, что способствует экстрагированию биологически активных веществ. Целостность оболочки нарушается, но сама оболочка остается в полученной эмульсии из воды и семени, тем самым сохраняется общее количество клетчатки и лигнанов. Также, во время обработки ультразвуком, происходит дезинфекция, следовательно, пропадает необходимость в обработке злаков, в несколько стадий, дезинфицирующими растворами. [5]

Существуют различные виды ультразвуковых излучателей, которые можно применять в пищевом производстве. Также известны исследования, которые были посвящены ультразвуковому облучению зерна пшеницы и ржи. Во время таких исследований была установлена значимость создания ускоренной технологии путем применения ультразвуковой обработки для получения биоактивированного зерна пшеницы.

Имеется необходимость в подробном изучении воздействия ультразвука на такие злаки, как лён и кунжут. Так как использование ультразвука значительно ускоряет процесс выделения необходимых полезных веществ, что позволяет снизить энергозатраты на предварительную обработку и проращивание.[6]

Список литературы:

1. Рогов И.А., Горбатов А.В. Физические методы обработки пищевых продуктов. М.: Пищевая промышленность , 1974.
2. Егоров Г.А. Технология муки. Технология крупы. - М.: Колос, 2005. - с.83-85;
3. Бутковский В.А., Мерко А.И., Мельников Е.М. Технологии зерноперерабатывающих производств. - М.: Интерграф сервис, 1999. - с.82-86, 98-113
4. Бутковский В.А. Мукомольное производство. - 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Колос, 1983. - с.116-117.
5. Разработка и внедрение высокоэффективного ресурсосберегающего оборудования и новых видов пищевых продуктов в пищевой и перерабатывающей отраслях АПК. Киев : Изд -во технол . ни танищ -й пром ., 1991.
6. Применение ультразвука в промышленности / Под ред . А.И. Маркова . М.: Машиностроение , 1975.

Транслитерация:

1. Rogov I. A., Gorbatov A. V. Fizicheskye metody obrabotki pishevih productov. M.: Pishevay promyshlennost, 1974.
2. Egorov G. A. Technologia muki. Technologia krupy. - M.: Kolos, 2005. - p.83-85;

3. Butkovsky C. A., Marco A. I., E. Melnikov M. Tehnologii zernopererabatyvayuschih proizvodstve. - M.: Intergraph service, 1999. - c.82-86, 98-113
4. Butkovsky C. A. Mukomolnoe Proizvodstvo. - 2 izdanie - M.: Kolos, 1983. - c.116-117.
5. Razrabotka and vnedrenie vysokoeffektivnoi resursosberegajushchego oborudovaniya i novyh widov pishevih produktov v pishevoy i pererabatyvayushey otraslyah APK. Kiev : Izdatelstvo tehnol. ni tanish. prom., 1991.
6. Primenenie ultrazvuka v promyshlennosti / Pod Red . A. I. Markova. M: Mashinostroenie , 1975.

УДК 663.67; 621.565

МОДЕРНИЗАЦИЯ МОЙКИ ФРИЗЕРА НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Салокеева А.Р. магистр каф. ТМиО, ms.salokeeva@mail.ru
Ст. преподаватель каф. ТМиО Громцев А.С., aleex_g@mail.ru

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
Институт холода и биотехнологий

Мойка фризера непрерывного действия для мороженого на производстве осуществляется в несколько этапов, которые представляют собой длительные и энергозатратные процессы.

Для сокращения энергозатрат на нагрев воды для размораживания фризера непрерывного действия, а также времени оператора предлагается экономически более выгодное решение - оттайка фризеров горячим газом, при которой часть горячего газа с линии нагнетания холодильной установки вместо конденсатора направляется в камеру охлаждения, окружающую цилиндр фризера.

Ключевые слова: фризер, мойка, оттайка, разморозка, горячий газ.

MODERNIZATION OF CONTINUOUS FREEZER WASHING

Salokeyeva A.R., master at the Department of TM&E,
ms.salokeeva@mail.ru
Senior lecturer at the Department of TM&E Gromtsev, A.S.,
aleex_g@mail.ru

St. Petersburg national research University of information technologies,

mechanics and optics
The Institute of refrigeration and biotechnologies

In the production the washing ice cream continuous freezer is carried out in several stages, which are long-lasting and energy-consuming processes.

To reduce energy consumption for heating water to defrost the continuous freezer and time operators to offer more cost-effective solution - defrost freezers via hot gas, in which part of the hot gas from the discharge line of the refrigeration unit instead of the capacitor is directed to the cooling chamber surrounding the cylinder freezer.

Keywords: freezer, washing, defrost, hot gas.

Безразборная механизированная (циркуляционная) санитарная обработка оборудования осуществляется автоматизированными моечными отечественными установками В2-ОЦА и зарубежными типа CIP.

В состав моечной установки В2-ОЦА водит следующее оборудование:

- две емкости объемом 120 л для концентрированных растворов; два резервуара объемом по 2000 л для рабочих растворов и резервуар для воды объемом 2000 л;
- насосы, с помощью которых осуществляется циркуляция рабочих растворов и воды, а также подача концентрированных растворов;
- пластинчатый теплообменник для нагрева рабочих растворов и воды;
- пневмошкаф и пульт управления.

Последовательность и продолжительность технологических операций при мойке оборудования с использованием В2-ОЦА приведены в таблице 1.

Установки для безразборной мойки типа CIP состоят из резервуаров с рабочими моющими растворами щелочи и азотной кислоты и резервуаров с горячей водой и водой для предварительного ополаскивания, емкость резервуаров - 5000 л.

Процесс мойки происходит согласно заданной программе, обеспечивающей автоматическое регулирование режимов. Автоматизированная система мойки типа CIP имеет три программы. Две программы для санитарной обработки емкостей хранения, пластинчатых охладителей и соединительных трубопроводов, фризеров непрерывного действия и трубопроводов, ведущих к оборудованию для фасовки. В третью программу входит обработка раствором азотной кислоты.

Таблица 1 - Последовательность и продолжительность технологических операций при мойке оборудования с использованием установки В2-ОЦА

Технологическая операция	Продолжительность операции, мин		
	Пастеризационные установки	Емкости и трубопроводы	
		для молока	для смесей мороженого
Ополаскивание водопроводной водой	10 - 12	3 - 5	7 - 10
Циркуляция щелочного раствора	25 - 30	7 - 10	10 - 15
Ополаскивание теплой водой	10 - 12	5 - 7	7 - 10
Циркуляция раствором кислоты	20 - 25	7 - 10	10 - 15
Ополаскивание теплой водой	10 - 12	5 - 7	7 - 10
Обработка (стерилизация) горячей водой	18 - 20	10 - 15	10 -15

Последовательность и продолжительность технологических операций при мойке оборудования с использованием установки CIP указаны в таблице 2.

Таблица 2 - Последовательность и продолжительность технологических операций при мойке оборудования с использованием установки CIP

Технологическая операция	Продолжительность операции, мин	
	Емкости хранения, пластинчатые охладители и др.	Пастеризационные установки
Ополаскивание горячей водой	1 - 3	5 - 7
Обработка щелочным раствором	14 - 16	30 - 32
Ополаскивание водой	1 - 3	6 - 7
Обработка кислотным раствором	-	30 - 32
Ополаскивание горячей водой (50-60ºС)	-	14 - 16

Циркуляция горячей воды	10 - 12	10 - 12
Ополаскивание горячей водой	1 - 3	1 - 3

Ориентировочные нормы расхода воды на мойку технологического оборудования, полов и панелей производственных помещений (таблица 3) определены "Нормами технологического проектирования" ВНТП 532/739-85 и Рекомендациями по удельным нормам расхода воды в цехах мороженого, утвержденными Росмясомолторгом 29 октября 1986 г. (Приложения 1, 2)

Таблица 3 - Удельные нормы расхода воды в цехах мороженого

Производительность цеха мороженого, т/сут	*Удельный расход воды, м3/т*	*Расход воды, %*					
		В технологическом оборудовании	*На мойку*		*На ежедневную генеральную мойку*	*По рецептуре*	*Анахоз/бытовые нужды*
			Оборудования, инвентаря, тары и др.	*полов*			
80 и выше	*9*	*30*	*20*	*5*	*38*	*2*	*5*
Менее 80	*10,5*	*30*	*25*	*5*	*30*	*2*	*8*

Исходя из данных таблиц 1, 2, 3 видно, что на мойку оборудования уходит в среднем 2000 л водопроводной воды, причем половину объема которой необходимо предварительно нагреть. Что является энергозатратно.[1,2]

Прежде чем обрабатывать оборудование моющими, щелочными и кислотными растворами необходимо избавиться от намерзшего, на стенке рабочего цилиндра, мороженого.

Существуют два основных способа оттайки фризеров.

- Самым простым и дешевым способом является естественная оттайка, но этот способ имеет самую большую продолжительность по времени, что может привести к простою оборудования и размораживанию продукции.
- Оттайка с помощью подачи теплой воды в рабочий цилиндр. Этот способ является затратным , так как оттайка происходит не

моментально. В среднем объем воды, потраченной на оттаивание составляет около 200-300 л.[3,4]

Необходимо также учитывать тот факт, что во время таких видов размораживания нельзя соскребать, соскабливать, сдирать намерзший слой мороженого. Так как можно механически повредить поверхность рабочего цилиндра фризера. Могут образоваться трещины, сколы и шероховатости на поверхности, что в дальнейшем приведет к неравномерному намерзанию слоя мороженого и несбалансированному вращению мешалки фризера.

Для уменьшения затрат на оттайку времени и воды предлагается экономически более выгодное решение - оттайка фризеров горячим газом, при которой часть горячего газа с линии нагнетания холодильной установки вместо конденсатора направляется в камеру охлаждения, окружающую цилиндр фризера.

На рисунке 1 показана принципиальная схема оттайки горячим газом.

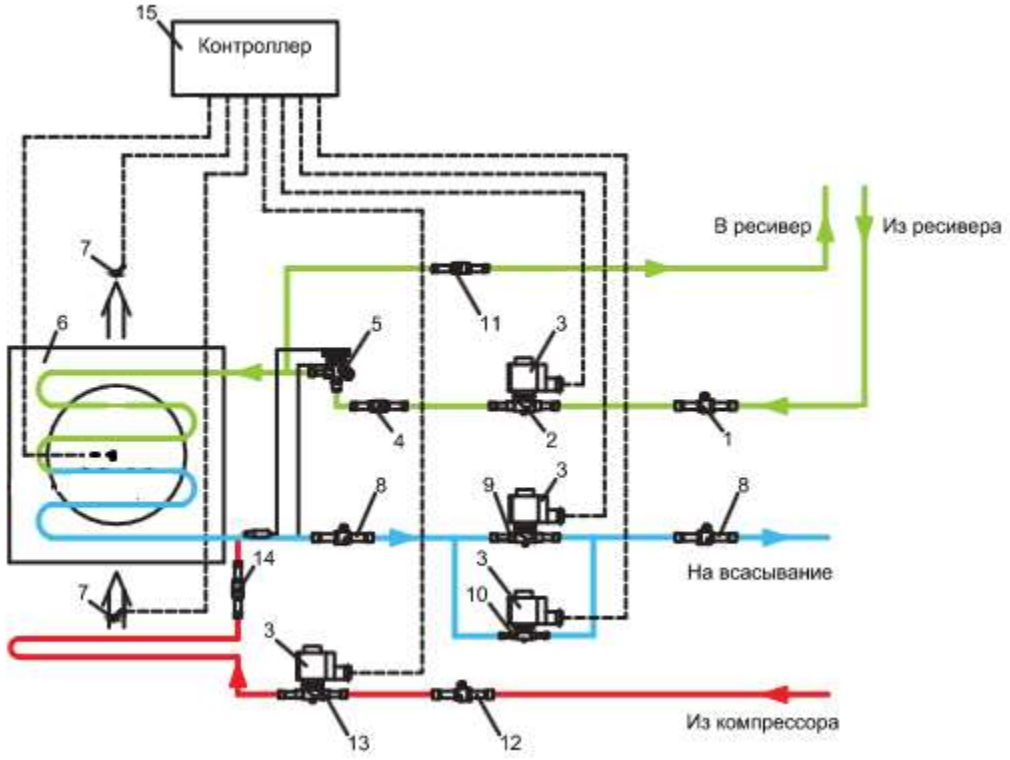


Рисунок 1. Принципиальная схема оттайки фризера горячим газом

1 - кран шаровой запорный; 2 - клапан соленоидный; 3 - катушка электромагнитная; 4 - клапан обратный; 5 - клапан терморегулирующий; 6 - фризер; 7 - датчик температуры воздуха; 8 - кран шаровой запорный; 9 - клапан соленоидный; 10 - клапан соленоидный; 11 - клапан обратный; 12 - клапан шаровой запорный; 13 - клапан соленоидный; 14- клапан обратный; 15 - контроллер

Процесс оттайки происходит следующим образом:

Соленоидные клапаны на линии всасывания поз. 9 и поз. 10 закрыты. Привод мешалки фризера отключается. Соленоидный клапан поз. 2 на линии

подачи жидного хладагента закрыт. Открывается соленоидный клапан поз. 13 на линии подачи горячего газа.

Для оттайки испарителя горячий газ из компрессора через соленоидный клапан поз. 13 поступает в линию подачи горячего газа. Далее он направляется в камеру охлаждения цилиндра со стороны линии всасывания. По мере прохождения горячего газа по трубкам испарителя (т. е. рубашке цилиндра) происходит его охлаждение и последующая конденсация. Сконденсировавшаяся жидкость (парожидкостная смесь) поступает в ресивер через обратный клапан поз. 11 дренажной линии. Установка обратного клапана обусловлена необходимостью предотвратить прямое поступление хладагента из ресивера в камеру охлаждения.

С целью обслуживания и ремонта соленоидного клапана поз. 13 на линии горячего газа предусмотрена установка шарового запорного клапана поз. 12.

В режиме охлаждения для предотвращения попадания хладагента в линию горячего газа и его последующей конденсации, которая может привести к гидроудару при запуске процесса оттайки, предусмотрена установка обратного клапана поз. 14.

Управление режимом оттайки осуществляется с помощью контроллера температуры по сигналу датчика температуры, установленного непосредственно на камере охлаждения. Регулирование температуры в камере происходит по сигналам двух датчиков температуры, установленных на входе и выходе из фризера.

При проведении оттайки таким способом не требуется больших затрат на воду, энергозатрат на нагрев воды, экономится время. Так как нагрев происходит равномерно по всему цилиндру, то время разморозки значительно уменьшается, по сравнению с разморозкой с помощью подачи подогретой воды, где нагрев поверхности происходит в месте подачи воды.

Также известен метод оттайки с помощью горячего пара, который подается в рубашку цилиндра под давлением. Но для этого необходимы паропровод, подведенный к рубашке и парогенератор, а так же ТЭЦ, либо предприятие, которое будет вырабатывать горячий пар.

Список литературы:

1. Вильке, А. Фризеры. Пер. с нем. / А. Вильке, В. Винрих. - М., 1984. - 136с.

2. Илюхин, В. В. Монтаж, наладка, диагностика, ремонт и сервис оборудования предприятий молочной промышленности / В. В. Илюхин, И. М. Тамбовцев, М. Я. Бурлев - СПб., 2006. - 500с.

3. Николаев, Б. Л. Процессы фризерования смесей мороженого, расчеты и устройство фризеров: Учебно-методическое пособие / Б. А. Николаев, Л. К. Николаев - СПб., 2013. - 65с.

4. Оленев Ю.А. Технология и оборудование для производства мороженого. – М.: Дели Принт, 2001.
5. Проектирование, конструирование и расчет техники пищевых технологий: Учебник для вузов. Специальная литература / Под ред. акад. РАСХН В. А. Панфилова. - СПб., 2013. - 912с.
6. Салокеева А.Р. Технология производства мороженого. Модернизация и расчет фризера: Выпускная квалификационная работа. 2014г.

Spisok literatury:

1. Vilke, A/ Frizery. Per s nem. / A. Vilke, V. Vinpix. - M., 1984. - 136s.
2. Iluhin, V.V. Montach, naladka, diagnostika, remont i servis oborudovaniya predpriyatiy molochnoy promishlennosti / 2006. - 500s.
3. Nikolaev, B.L. Processy frizerovaniya smesi morochennogo, paschety i ustroistva frizerov, 2013.-912s.
4. Olenev, U.A. Tehnologiya i oborudovanie dlya proizvodstva morogennogo / M.:Deli Print, 2001
5. Proectirovanie, konstruirovanie i paschet texniki pichevih tehnologii. - 2013, 912s.

УДК 637.52

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СЖИГАНИЯ ЖИДКОГО ТОПЛИВА В ФОРСУНКАХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Канд. техн. наук Пальчиков А.Н.. palchikov_anatoliy@mail.ru
Магистр Светличный М.Е. Svetlichnyj2901@gmail.com
Зиньков П.Н.

Университет ИТМО
Институт холода и биотехнологий
921002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Химическая реакция горения из-за недостаточно качественного смешивания реагентов в топке идет медленно и температура факела понижена настолько, Это существенный недостаток традиционных форсунок по сжиганию дизельного топлива. Форсунки обеспечивают горение паров испаренного за счет инжекции окружающего холодного воздуха. В полевых условиях чаще всего используют испарительные форсунки. В процессе кипения из дизельного топлива выделяется кокс и неиспарившиеся смолы, которые откладывается на внутренних стенках

испарителя, в результате чего мощность форсунок и устойчивость их работы падает вплоть до прекращения работы.

Для повышения испарительной способности форсунок ФК-01 нами предложено закладывать в испарительные трубы любой пористый керамический материал, например, пемзу, гранит или силикагель. Предварительные опыты показали, что таким образом, создаются зоны температур, лежащих в диапазоне испарения и пиролиза смол, и именно это обеспечивает их дожигание, а не оседание в испарительных трубах

Ключевые слова: испарительные форсунки, дизельное топливо, полевые условия, керамический материал, пиролиз смол

IMPROVING THE QUALITY OF BURNING LIQUID FUEL NOZZLES, USED IN THE FOOD INDUSTRY.

Cand. Tech. of Sciences Palchikov A.N.
Master Svetlichnyj M. E.
Zinkov P.N.

ITMO Institute of refrigeration and biotechnologies 921002, St. Petersburg, UL. Lomonosov Street, 9

The chemical reaction of burning due to insufficient high-quality mixing of reagents in the furnace is slow and the temperature of the flame is lowered so that This essential lack of traditional combustion of diesel fuel injectors. The jets are burning fumes of vaporized by injection of cold air. In the field most often use an evaporating spray jets. In the process of boiling point of diesel fuel out of coke and neisparivšiesâ resin, which is deposited on the inner walls of the evaporator, causing the power injector and the sustainability of their work falls until the end of the work. To increase the evaporation capacity injectors FC-01 we invited found in evaporating tubes any porous ceramic material, for example, pumice stone, granite or silica gel. Preliminary experiments showed that the temperature zone created between evaporation and pyrolysis resins, and this provides them with afterburning, rather than settling in evaporating tubes

Keywords: diesel fuel injectors, evaporating, field conditions, ceramic material, pyrolysis resin.

Сейчас в российской армии эксплуатируется около 10 тыс. полевых кухонь, которые в случае конфликта должны обеспечить питание на передовой. Кроме того, примерно столько же техники находится в эксплуатации у геологоразведки, в МЧС и даже на различных базах отдыха и полевых предприятиях пищевой промышленности. Наиболее универсальным, доступным, экономичным и сравнительно безопасным видом энергоносителя в оборудовании для приготовления пищи является

дизельное топливо, широко используемое в войсках. Применение его для огневого обогрева в аппаратах вместо электрической энергии позволяет не только дать многократную экономию энергоресурсов, но и значительно повысить надежность работы технических средств приготовления и транспортирования пищи в полевых условиях.

Аппараты для тепловой кулинарной обработки пищевых продуктов, использующие жидкое топливо, просты и сравнительно дешевы, но серийные имеют слишком низкий коэффициент полезного действия (до 30%). Химическая реакция горения из-за недостаточно качественного смешивания реагентов в топке идет медленно и температура факела понижена настолько, что основным источником энергии в тепловом аппарате считается конвективная составляющая от дымовых газов $\alpha_к$. В тоже время кондуктивная составляющая $\alpha_{кд}$, как и составляющая лучеиспусканием $\alpha_л$ по известным законам физики в этом процессе слишком мала. Это существенный недостаток традиционных форсунок по сжиганию дизельного топлива.

Если устройство обеспечивает только распыливание топлива, а его испарение происходит в дальнейшем за счет теплоты факела, то его называют форсункой. Если же устройство обеспечивает не только распыливание, но и смесеприготовление паров жидкости и воздуха, то оно называется жидкотопливной горелкой. Форсунки обеспечивают горение паров испаренного за счет инжекции окружающего холодного воздуха. В этих условиях чаще всего используют испарительные форсунки (рис.1).

Рис.1 Испарительная форсунка ФК-01 в топке переносной кухни КО-75М (котлы сняты).

Данные устройства имеют теплообменник в виде пустотелых изогнутых труб, расположенных перед соплом, обогреваемых факелом горелки. В трубах. заполненых жидким топливом, происходит интенсивное испарение и перегрев паров горючей жидкости. В результате из сопла форсунки истекает перегретый пар, готовый к смесеобразованию и горению.

Испарительные форсунки позволяют более качественно сжигать жидкое топливо (дизельное), чем паровые и воздушные, особенно при малых расходах топлива и малой тепловой мощности. В процессе кипения из дизельного топлива выделяется кокс и неиспарившиеся смолы, которые откладывается на внутренних стенках испарителя, в результате чего мощность форсунок и устойчивость их работы падает вплоть до прекращения работы.

Для повышения испарительной способности форсунок ФК-01 нами предложено закладывать в испарительные трубы любой пористый керамический материал, например, пемзу, гранит или силикагель. Такая испарительная форсунка за счет повышенного объемного нагрева топлива приобретает новые свойства по очистке и удалению образующихся в зоне выкипания горючего смол и их сгорания. Предварительные опыты показали, что таким образом, создаются зоны температур, лежащих в диапазоне испарения и пиролиза смол, и именно это обеспечивает их дожигание, а не оседание в испарительных трубах. При выходе из сопла из-за повышенной температуры пара меньшая его часть будет конденсироваться из-за встречи с холодным инжектируемым воздухом в топке, а следовательно смесеобразование улучшится, соответственно и снизится недогоревшая часть топлива и содержание угарного газа CO. Расход топлива уменьшится. Температура факела будет выше. Уменьшится дымность и время закипания воды в котлах из-за чистой поверхности (малое сажеобразование). С целью всестороннего изучения рабочих процессов и характеристик режимов эксплуатации модернизированной ФК-01 будет проведен комплекс исследований на полевой кухне КО-75.

Литература:

1. Осколков С.К. Расчет жидкотопливных горелочных устройств для полевых предприятий общественного питания. Тезисы доклада на 2-ой Всесоюзной научной конференции “Проблемы индустриализации общественного питания страны” (Харьков, ХИОП, 12-14 декабря 1989г.).-С. 139.
2. Осколков С.К. Особенности расчета испарителя жидкотопливного горелочного устройства. Тезисы доклада. М., РЭА им.Г.В.Плеханова,2005.
3. Осколков С.К. Стенд для испытаний жидкотопливных горелочных устройств и топочных камер. Труды ИЭФ, вып. 5. М., РЭА им. Г.В.Плеханова,2006.-С.736 – 739.

References:

1. Oskolkov S.K. Raschet zhidkotoplivnyih gorelochnyih ustroystv dlya polevyih predpriyatiy obschestvennogo pitaniya. Tezisyi doklada na 2-oy

Vsesoyuznoy nauchnoy konferentsii “Problemyi industrializatsii obschestvennogo pitaniya stranyi” (Harkov, HIOP, 12-14 dekabrya 1989g.).-S. 139.
2. Oskolkov S.K. Osobennosti rascheta isparitelya zhidkotoplivnogo gorelochnogo ustroystva. Tezisyi doklada. M., REA im.G.V.Plehanova,2005.
3. Oskolkov S.K. Stend dlya ispyitaniy zhidkotoplivnyih gorelochnyih ustroystv i topochnyih kamer. Trudyi IEF, vyip. 5. M., REA im. G.V.Plehanova,2006.-S.736 – 739.

УДК 641.512.06

АНАЛИЗ МОДЕРНИЗАЦИИ МАШИНЫ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ ГАСТРОНОМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ

Спивак К.Э., магистрант, pi-55@mail.ru
Пильненко А.К., доцент, кафедры оборудования пищевых производств, ДонНУЭТ имени Михаила Туган-Барановского, pilnenko_a@mail.ru

Институт пищевых производств, Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского

Работа посвящена совершенствованию и оптимизации конструктивных параметров машин для нарезания гастрономических продуктов для улучшения качества нарезаемого продукта и увеличение производительности.

Ключевые слова: процесс резания, дисковый нож, машина для нарезания гастрономических продуктов.

ANALYSIS OF THE MODERNIZATION OF THE MACHINE FOR CUTTING GASTRONOMIC PRODUCTS

Spivak K., undergraduate, pi-55@mail.ru,
Pilnenko A.K., Associate Professor University DonNUET,pilnenko_a@mail.ru

Institute of Food Production, Donetsk national university of economics and trade named after Tugan-Baranovsky

Work is devoted to the improvement and optimization of the design parameters of machines for cutting gastronomic products to improve the quality of the product being cut, and increased productivity.

Key words: cutting process, disc blade, machine for cutting gastronomic products.

Во время нарезания пищевых продуктов качество резания не всегда удовлетворяет потребностям предприятия, получается значительная часть некондиционных частиц и затрачивается значительная часть энергии. Это происходит вследствие того, что для осуществления этого процесса используется не всегда совершенное оборудование.

Современная теория резания базируется на трудах выдающихся ученых, таких как А.И. Пелеев, М.Н. Клименко, А.Н. Позднышев, В.А. Захаров, В.М. Горбатов (изучали резание мяса и мясных продуктов); В.И Карпов, С.Г. Гуревич, Н.И. Жилин, А.А. Романов, В.М. Боркунов (резание рыбы); Б.А. Николаев, А.Н. Вышелевский, Н.А. Предтеченский, В.А. Желиговский (резание овощей и фруктов); В.С. Гуць, И.Н. Заплетников, О.О. Губеня, В.М. Хромеенков, А.А. Сурашов, Н.А. Былинская (резание хлеба и сухарных плит); Г.А. Каргина, И.Н. Лебедев (виброрезание пищевых продуктов); В.П. Горячкин, П.А. Ребиндер, В.А. Захаров, Н.А. Предтеченский, И.И. Капустин, Н.Е. Резник, А.Н. Даурский, Ю.А. Мачихин и другие исследователи.

Основными направлениями их работ было выявление основных закономерностей процесса резания и разработка практических рекомендаций по выбору рациональных параметров режущих машин.

Однако анализ литературы по теории и практике резания пищевых продуктов показал, что до настоящего времени не разработана общая теория, объясняющая качественные и количественные закономерности процесса резания гастрономических продуктов. Создание такой теории затруднено разнообразием реологического состояния пищевых продуктов, поэтому в настоящее время преобладает эмпирический подход.

Таким образом, совершенствование конструкции машин и теории резания пищевых продуктов является перспективным и актуальным научно-техническим заданием.

На рынке Украины наиболее распространены конструкции машин для резания гастрономических продуктов, состоящие из вращающегося дискового ножа, опорного стола, механизма подачи и регулирования толщины резания. Для повышения производительности в машинах увеличивают диаметр дискового ножа, скорость подачи.

В настоящее время не проводилась оценка технического уровня машин для нарезания гастрономических продуктов.

Учитывая разнообразие машин для нарезания гастрономических продуктов, была проведена оценка технического уровня и качества машин [1]. Полученные данные [1] дают основание, что комплексный показатель качества машины МРГ-300А равен 0,97, в основном через высокую производительность, наличие нескольких видов резания, наибольшее время безотказной работы и износостойкость режущего инструмента.

Для более наглядного представления приведена гистограмма (рис.1)

групповой и комплексной оценок качества машин для нарезания гастрономических продуктов [1].

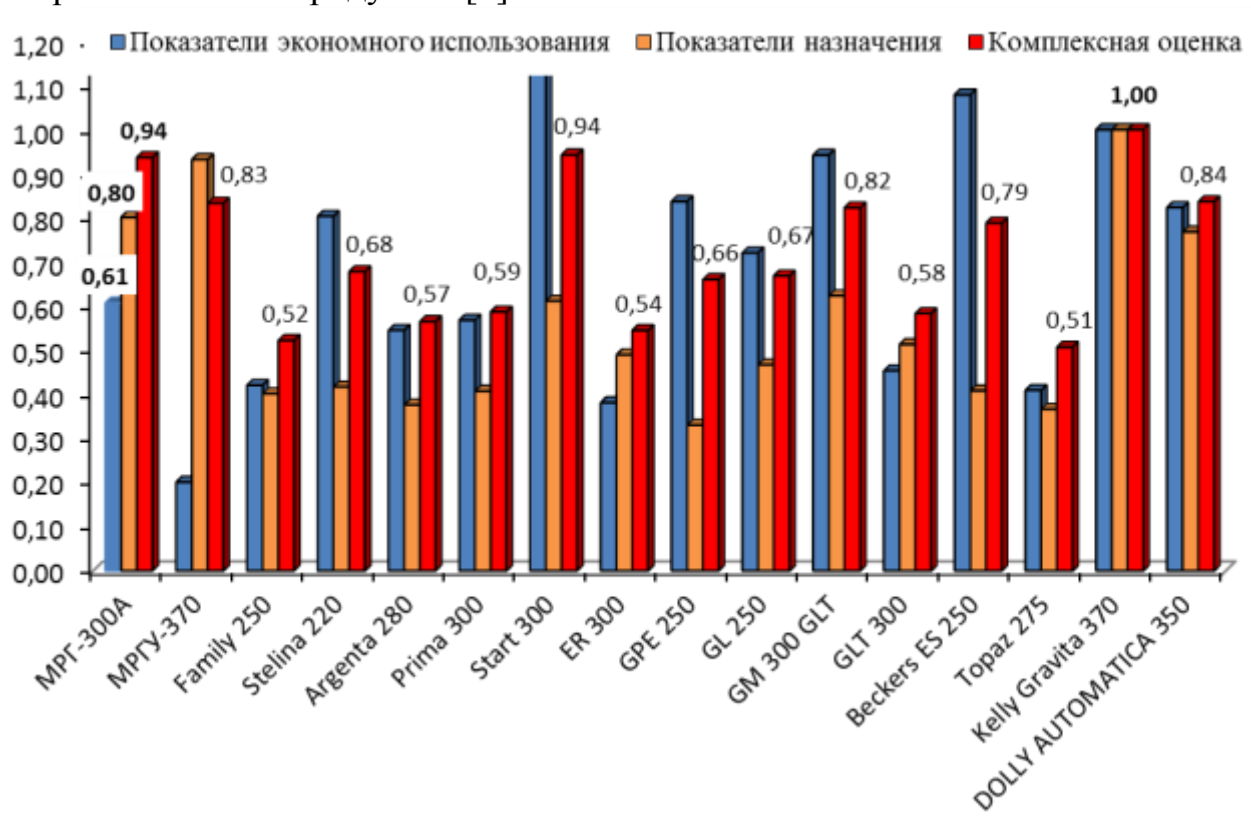


Рис. 1. Оценка качества машин для нарезания гастрономических продуктов по показателям групп назначения, надежности и экономического использования и комплексной оценки качества

Машина МРГ-300А находится на третьем месте, поэтому для повышения технического уровня машины были произведены аналитические и эмпирические исследования работы машины МРГ-300А [2].

На предприятиях широко используются машины МРГ-300А. Особенность принципа действия машины МРГ-300А заключается в том, что вращающийся дисковый нож неподвижно закреплен в корпусе машины, а подача продукта в зоне резания осуществляется механизмом, обеспечивающим маятниковое движение продукта на вращающий нож и гравитационную подачу на толщину отрезаемого ломтика.

Были приняты рекомендации по улучшению эксплуатационных характеристик машины [3,4]. Для обеспечения качательного движения продукта на дисковый нож был выбран и обоснован кривошипно-коромысловый механизм (рис.2). Кинематический анализ [5] шарнирного четырехзвеника позволил определить рациональные конструктивные и кинематические параметры. Длина кривошипа равна 0,05 м, шатуна 0,17 м, коромысла 0,09 м, рычага подачи 0,2 м и расстояния между центрами кривошипа и рычага подачи O_1O_2=0,21 м (рис.4,а).

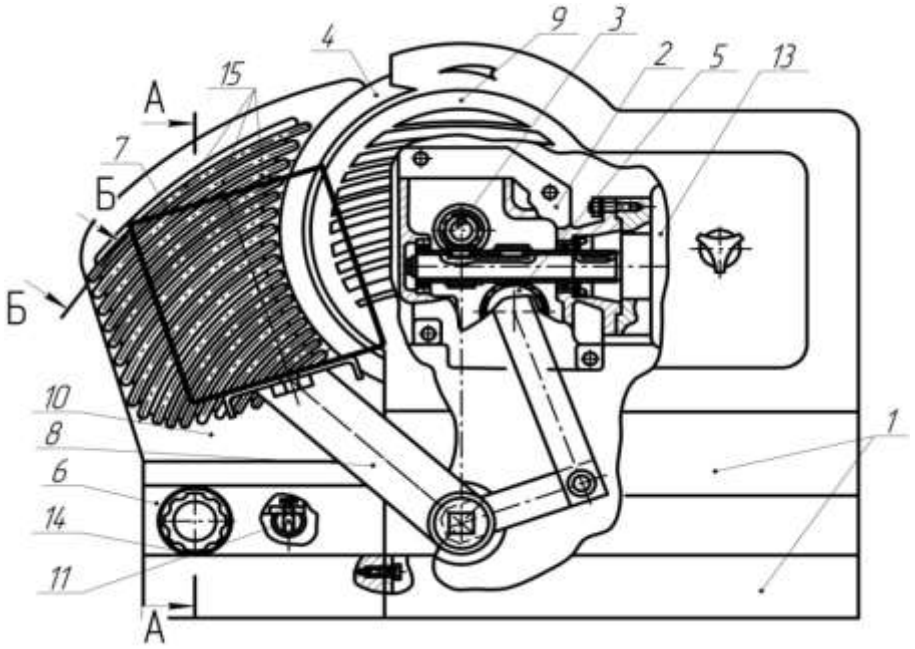


Рис. 2. Усовершенствованная машина для нарезания гастрономических продуктов:

1 – корпус; 2 –червячный редуктор; 3 – приводной вал дискового ножа; 4 – дисковый нож; 5 – приводной вал кривошипно-коромыслового механизма; 6 – механизм регулировки толщины; 7– загрузочный лоток; 8 – рычаг подачи; 9 – щиток; 10 – опорный стол; 11 – направляющая; 13 – электродвигатель; 14 – рукоятка; 15 – прутки опорного стола

Для обеспечения рациональной скорости подачи продукта 0,6 м/с необходима начальная угловая скорость кривошипа 21 равная 4,2 рад/с, которая достигается расчетом и подбором червяной передачи 2 (рис.3,а) в конструкции машины.

В процессе работы машины были выявлены следующие недостатки: наличие некондиционных отрезанных кусочков; значительное трение и налипание продукта с поверхностью опорного стола; смятие продукта при подачи на дисковый нож; недостаточно качественный срез продукта; переменные значения скорости резания и коэффициента скольжения в плоскости резания продукта; большой интервал значений нормальной скорости резания и коэффициента скольжения в плоскости резания. В основу совершенствования были поставлены задачи устранить выше перечисленные недостатки.

Поставленные задачи решаются тем, что в машине крепления загрузочного лотка с рычагом подачи (рис.3,б) расположить под углом 60^0 к радиусу шатуна подачи продукта на дисковый нож [3,4]. Для обоснования расположения продуктового лотка были рассчитаны рациональные значения нормальной скорости резания $V_{рез}$ и коэффициента скольжения $К_{\beta}$ в узловых точках в полях скорости резания и коэффициент скольжения дискового ножа.

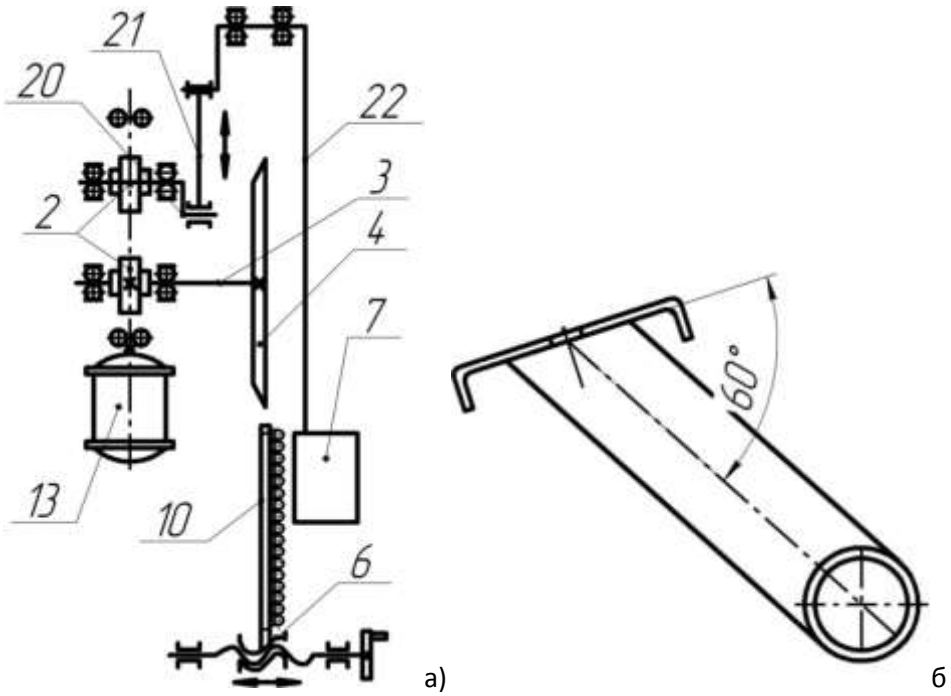
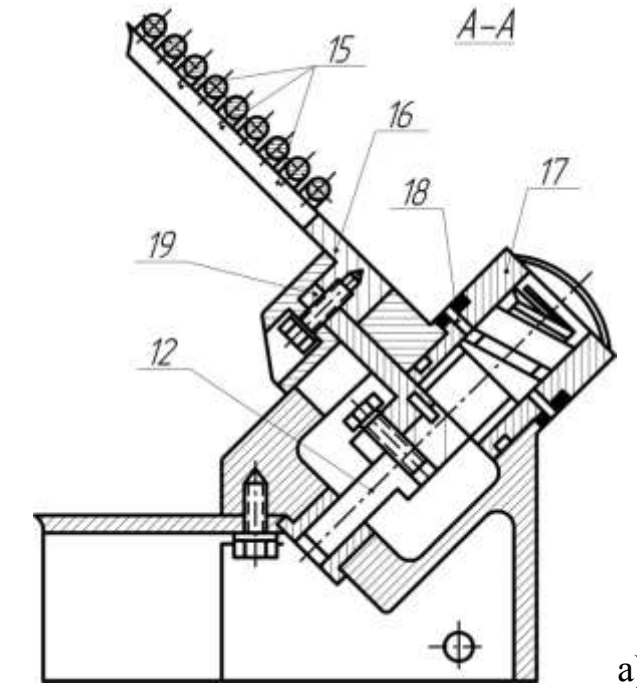


Рис. 3. Кинематическая схема машины (а) и шатун (б) для крепления лотка с продуктом:

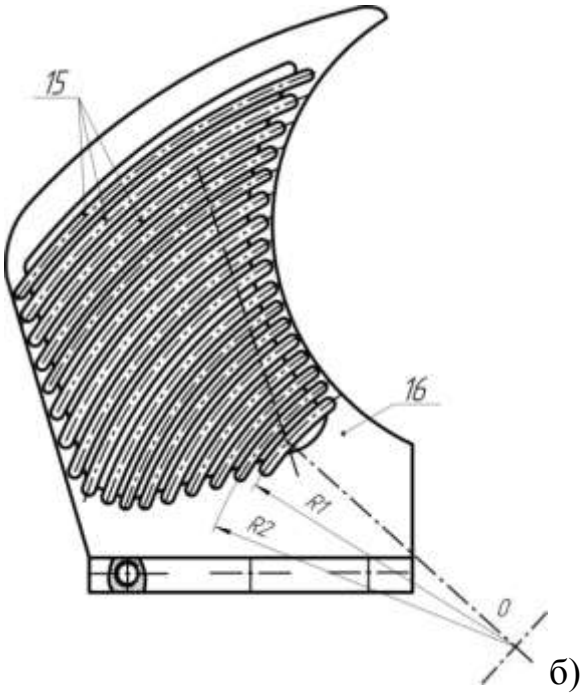
20 – кривошип; 21 – шатун; 22 – коромысло; 6 – механизм для регулировки толщины; 7 – лоток с продуктом

Расположение крепления лотка под углом 60^0 (рис.3) к шатуну 8 уменьшит интервал изменений значений нормальной составляющей скорости резания и коэффициента скольжения в плоскости резания до минимальных значений. Интервал значений нормальной составляющей скорости резания V_n по дуге режущей кромки составит $V_{под}$ = 0,24..0,45 м/с и коэффициента скольжения $К_\beta$ =19,43...10,85 [3,4].

Положение продуктового лотка под углом 60^0 обеспечит высокие значения коэффициента скольжения в плоскости резания, существенно улучшит качество резания, исключит получения некондиционных кусочков и даст постоянные динамические нагрузки в конструкции машины и снизит энергопотребление машины.



а)



б)

Рис. 4. Механизм регулирования толщины нарезания (а) и модернизированный опорный стол (б): 12–направляющая; 15 – прутки опорного стола; 16 – каркас опорного стола; 17 – втулка рукоятки; 18 – штифт; 19 – кронштейн

Для устранения нарезания некондиционных кусочков, налипания, смятия отрезанных кусочков и уменьшение силы трения с поверхностью опорного стола было предложено поверхность опорного стола выполнить из отдельных прутков, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга. По длине прутки изогнуты, радиус кривизны прутьев от центра маятникового движения шатуна подачи продукта (рис.4). Это обеспечит минимальную площадь соприкосновения продукта, силы трения с

поверхностью опорного стола, устраняет налипание и смятия продукта (рис.4, б).

Прутки имеют круглую форму сечения и расстояние между прутками 15 одинаковое, что не позволяет деформировать продукт. Концы прутков согнуты под углом 90^0 и запрессованы в отверстия каркаса опорного стола 16 (рис.4, б). Рычаг подачи 8 с загрузочным лотком и продуктом направляет продукт на вращающийся дисковый нож. Продукт под собственным весом прижимается к пруткам 15 опорного стола 10 и скользит.

Площадь соприкосновения продукта с поверхностью опорного стола, и сила трения снижена в 5 раз. Отсутствуют налипания, смятия продукта и некондиционные отрезанные кусочки.

Осуществлено практическое внедрение результатов работы: на основании проведенных аналитических и экспериментальных исследований разработано техническое задание на модернизированную машину и внедрено на производство, технические решения подтверждены двумя патентами Украины, результаты исследований внедрены в учебный процесс при подготовке специалистов направления «Машиностроение», «Пищевые технологии и инженерия» в ДонНУЭТ при изучении дисциплин «Механическое оборудование ресторанного хозяйства» и «Инженерные принципы создания прогрессивного технологического оборудования».

Список литературы:

1. Заплетніков І.М. Оцінка технічного рівня та якості машин для нарізання гастрономії / І.М. Заплетніков, А.К. Пільненко, В.Г. Топольник // Обладнання та технології харчових виробництв: тем. зб. наук. праць ДонНУЕТ. – Донецьк, ДонНУЕТ, 2012.– Вип. 30. – С. 125–134.

2. Заплетніков І.М. Експериментальні дослідження експлуатаційних характеристик машини для нарізання гастрономічних продуктів / І.М. Заплетніков, А.К. Пільненко // Обладнання та технології харчових виробництв: тем. зб. наук. праць. – Донецьк, ДонДУЕТ, 2004. – Вип. № 10.– С. 20–24.

3. Пат. України №78597, МПК (2006.01) B26D1/153. Машина для нарізання харчових продуктів / І.М. Заплетніков, А.К. Пільненко (Україна). – № u201210753; заявл. 13.09.2012; опубл. 25.03.2013, Бюл. №6. – 2013.

4. Пат. України №78598, МПК (2006.01) B26D1/153. Машина для нарізання харчових продуктів / І.М. Заплетніков, А.К. Пільненко (Україна). – № u201210754; заявл. 13.09.2012; опубл. 25.03.2013, Бюл. №6. – 2013.

5. Заплетников И.Н. Кинематическое исследование механизма подачи продукта / И.Н. Заплетников, А.К. Пильненко // сб. науч. трудов ОНАПТ. – Одесса: ОНАПТ, 2012. – Вып. 41, т. 2 – С. 115–120.

Spisok literatury

1. Zapletnikov I.M. Ocinka tehnichnogo rivnja ta jakosti mashin dlja narizannja gastronomiї / I.M. Zapletnikov, A.K. Pil'nenko, V.G. Topol'nik // Obladnannja ta tehnologiї harchovih virobnictv: tem. zb. nauk. prac' DonNUET. – Donec'k, DonNUET, 2012.– Vip. 30. – S. 125–134.
2. Zapletnikov I.M. Eksperimental'ni doslidzhennja ekspluatacijnih harakteristik mashini dlja narizannja gastronomichnih produktiv / I.M. Zapletnikov, A.K. Pil'nenko // Obladnannja ta tehnologiї harchovih virobnictv: tem. zb. nauk. prac'. – Donec'k, DonDUET, 2004. – Vip. № 10.– S. 20–24.
3. Pat. Ukraïni #78597, MPK (2006.01) B26D1/153. Mashina dlja narizannja harchovih produktiv / I.M. Zapletnikov, A.K. Pil'nenko (Ukraïna). – № u201210753; zajavl. 13.09.2012; opubl. 25.03.2013, Bjul. №6. – 2013.
4. Pat. Ukraïni #78598, MPK (2006.01) B26D1/153. Mashina dlja narizannja harchovih produktiv / I.M. Zapletnikov, A.K. Pil'nenko (Ukraïna). – # u201210754; zajavl. 13.09.2012; opubl. 25.03.2013, Bjul. #6. – 2013.
5. Zapletnikov I.N. Kinematicheskoe issledovanie mehanizma podachi produkta / I.N. Zapletnikov, A.K. Pil'nenko // sb. nauch. trudov ONAPT. – Odessa: ONAPT, 2012. – Vyp. 41, t. 2 – S. 115–120.

УДК 641.512

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ ОВОЩЕЙ

Шеина А. В., аспирант, sheyina-alina@rambler.ru

Донецкий национальный университет экономики и торговли имени М. Туган-Барановского, Украина

В статье приведены результаты экспериментальных исследований влияния скорости скольжения в овощерезательном оборудовании на коэффициенты трения овощного сырья.

Ключевые слова: коэффициент трения, скорость скольжения, овощи.

EXPERIMENTAL RESEARCHES THE FRICTION PROPERTIES OF VEGETABLES

Sheina A. V., a graduate student, sheyina-alina@rambler.ru

Donetsk National University of Economics and Trade named after M. Tugan-Baranovsky, Ukraine

In the article the results of experimental researches of influence of sliding speed in vegetable preparation machines on the coefficients of friction of vegetables.

Keywords: coefficients of friction, sliding speed, vegetables.

На величину коэффициентов трения оказывает влияние множество факторов: скорость относительного перемещения, давление на продукт, влажность поверхности образца, температура продукта, площадь контакта, продолжительность предварительного контакта продукта с поверхностью, состояние трущихся поверхностей, продолжительность выдержки, (хранения), атмосферные факторы.

Однако влияние всех этих факторов на продукцию, имеющую структурные отличия и относящуюся к различным группам пищевых дисперсных систем существенно отличается. Было отмечено, что даже в пределах одного вида продукции коэффициенты трения подвержены большим колебаниям. Это объяснимо тем, что большинство пищевых продуктов являются неоднородными по своей структуре (овощи, фрукты, хлеб, колбасы, мясо и др.); а так же зависимостью коэффициента трения от большого количества факторов, которые не являются постоянными в силу своей сущности [1].

В пищевой промышленности исследованию изменения силы трения пищевых продуктов, в частности растительного сырья, при длительном контакте соприкасающихся поверхностей практически не уделено внимания. В целом, анализируя результаты различных исследований можно сделать вывод, что характер зависимости $f_{тр} = f(\tau)$ зависит от вида обрабатываемого продукта, его структурного строения и физико-механических свойств.

Проведенные исследования [1, 3] позволяют утверждать, что для растительного сырья (овощей) зависимость $f_{тр} = f(\tau)$ носит нелинейный характер (рис.1). Условно кривую АС можно разделить на два участка: АВ и ВС. В начальный момент времени – точка А - удельное усилие трения будет несколько выше, поскольку для выведения продукта из состояния равновесия необходимо приложить большее усилие, чем в последующий момент времени.

Согласно классической теории [3], при последующем установившемся движении продукта усилие трения должно снижаться пропорционально увеличению скорости, что объясняется изменением шероховатости соприкасающихся поверхностей. Однако, согласно рисунку 1, усилие трения снижается на участке АВ лишь на протяжении очень незначительного промежутка времени, величина и длительность которого зависят от вида продукта, его структурного строения и влажности, усилия прижатия к контактной поверхности, скорости взаимодействия пар трения и т.д. Для растительного сырья на этом участке $\tau \rightarrow 0$.

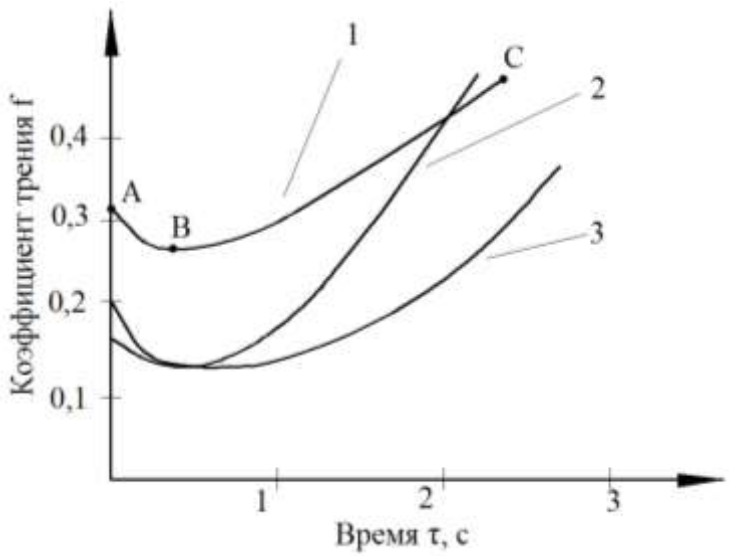


Рис. 1 - Кривые изменения коэффициентов трения во времени при постоянной скорости скольжения:
1 – баклажан, 2 – морковь, 3 – кабачок

На участке кривой ВС отмечается стремительное увеличение силы трения с течением времени. При этом участок АВ<ВС. Здесь стоит отметить следующее. Овощное сырье – это продукция, обладающая высокой влажностью. Так, влажность моркови, в зависимости от сорта, составляет 86-91%, баклажана – 85-90%, кабачков – 95%. При разрезании продукта повреждается большое количество клеток, что сопровождается обильным соковыделением. Выступивший на поверхности среза сок является своеобразной граничной смазкой. При соприкосновении образца продукта с поверхностью вращающегося диска в контакт в первую очередь вступает выделившийся сок, обладающей некоторой вязкостью, что обуславливает снижение усилия трения на протяжении некоторого периода времени. Поскольку поверхность диска обладает некоторой шероховатостью, то при последующем относительном движении продукта часть выделившегося сока, заполняя микронеровности поверхности, будет оставаться на ней. Этот процесс легко можно наблюдать визуально, поскольку поверхность диска остается влажной. Таким образом, можно сказать, что граничная смазка как бы «истирается» о поверхность. При длительном контакте образца продукта с поверхностью граничной смазки остается все меньше, а значит усилие трения вновь возрастает. В зоне контакта возникают тепловые процессы, характерные для фрикционного взаимодействия двух поверхностей, которые способствуют большему «высушиванию» клеточного сока. Таким образом, динамика зависимости удельного усилия трения от времени напрямую будет зависеть от влажности исследуемого продукта. Чем выше влажность продукта, тем большим будет интервал времени, в течение которого усилие трения будет оставаться минимальным. При длительном контакте продукта с поверхностью усилие трения увеличивается.

Таким образом, в зависимости от характера протекания технологического процесса и продолжительности контакта продукта с

рабочими органами технологического оборудования величина силы трения будет различной.

При рассмотрении процесса резания овощей в овощерезательном оборудовании дискового типа, отметим, что продолжительность контакта продукта с ножом очень мала. Так, если ножевой диск вращается со скоростью 225 об/мин то за 1 сек одним лезвием совершается 3,75 реза, а на один рез уходит 0,266 секунды. Если учесть, что такая скорость вращения ножей является минимально используемой в овощерезательном оборудовании [4], то можно предположить, что продукт находится в контакте с лезвием ножа максимум 0,235 секунды и с увеличением скорости скольжения продолжительность контакта будет снижаться.

В связи с этим, возникла необходимость введения понятия мгновенного и длительного коэффициентов трения. Мгновенный коэффициент трения характерен для начального момента времени относительного скольжения пар трения и определяется в точке А, поскольку на участке АВ $\tau \rightarrow 0$, а расчеты оборудования рекомендовано вести по наибольшим значениям искомых величин. Мгновенный коэффициент трения является справочной величиной и его численное значение для некотрых овощей приведено в таблице 1.

Таблица 1 - Мгновенные коэффициенты трения некоторых овощей

Продукт	Коэффициент трения *fм*
Морковь	0,139
Кабачок	0,073
Огурец	0,119
Свекла столовая	0,188
Картофель	0,162
Баклажан	0,212

Длительный коэффициент трения определяется на участке ВС, где его зависимость от времени носит линейный характер:

$$f_{дл} = k' \cdot \tau + C1 \qquad (1)$$

где k' и C1 – коэффициенты, определяемые экспериментально.

Для процессов резания рекомендуется использовать мгновенный коэффициент трения.

Согласно экспериментальным данным, изменение коэффициента трения от скорости скольжения имеет линейную зависимость. При увеличении скорости скольжения от 0,75 до 2,66 м/с наблюдается падение коэффициента трения овощей по стали в среднем в 1,2…1,5 раза, при этом продолжительность хранения продукции и ее температура не оказывают влияния на динамику этих зависимостей (рисунок 2).

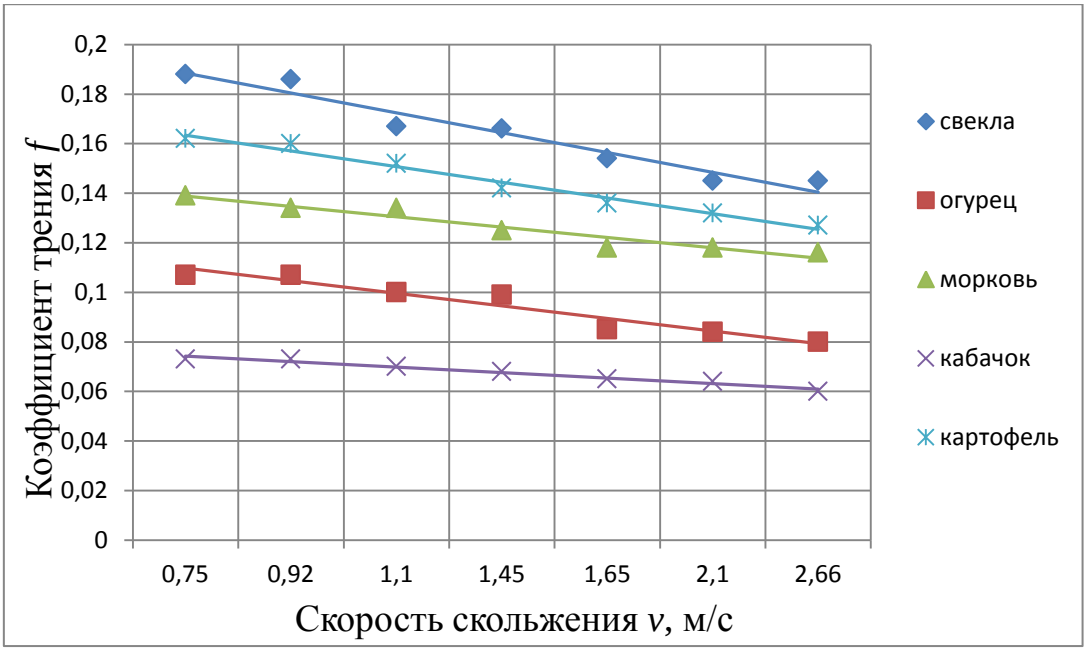


Рис.2 - Влияние скорости скольжения на коэффициенты трения овощей

Таблица 2 - Уравнения кривой, описывающие зависимость коэффициента трения от скорости скольжения для овощей

Продукт	Уравнение кривой	Достоверность аппроксимации R^2
Морковь	-0,005 v+0,115	0,931
Кабачок	-0,002 v+0,076	0,969
Картофель	-0,006 v+ 0,170	0,978
Огурец	-0,006 v+ 0,169	0,978
Свекла	-0,008 v+ 0,196	0,946
Общий вид уравнения кривой	$f = k'' \cdot v + C''$	0,93…0,97

Падение значения коэффициентов трения при увеличении скорости скольжения можно объяснить тем, что с увеличением скорости происходит изменение шероховатости контактирующих поверхностей. Дискретный характер контакта, имеющий место при соприкосновении двух твердых тел, обуславливает при трении постоянную смену отдельных элементарных точек контакта. При этом каждый элементарный контакт имеет три этапа эволюции: взаимодействие, изменение, разрушение [1, 3]. Время существования элементарного контакта зависит не только от скорости относительного перемещения пары трения, но и от физико-механических свойств соприкасающихся материалов и состояния трущихся поверхностей.

При упругом контактировании отдельные поверхностные выступы имеют значительно большую жесткость в тангенциальном направлении, чем в нормальном. Это приводит к их «вминанию» с увлечением прилежащих областей материала. Под влиянием сил упругости выступ выпрямляется и, совершая колебания, сталкивается с другими выступами. В результате возникают звуковые колебания. При несовершенной упругости контакта увеличение скорости скольжения приводит к тому, что время между двумя импульсами становится недостаточным для полного выпрямления выступа, что приводит к изменению шероховатости поверхности, - она как бы выглаживается. Поскольку площадь фактического касания растет во времени, то при увеличении скорости скольжения уменьшается время контакта и соответственно уменьшается площадь касания. Это приводит к снижению коэффициента трения.

Согласно экспериментальным данным, экономически целесообразно использовать более высокие скорости резания для снижения фрикционных свойств обрабатываемого растительного сырья.

Список литературы

1. Заплетников И. Н., Шеина А. В. Исследование факторов, влияющих на фрикционные свойства овощей/ «Рыбное хозяйство Украины», № 7, Керчь. - 2012. – 64 с.
2. Крагельский И. В. Трение и износ.- М.: Машгиз,1962. – 386с.
3. Заплетников И. Н., В. А. Кириченко, А. В. Шеина «Исследование коэффициентов трения овощей по стали»/Труды ТГАУ: темат. сб. научн. трудов, Вып. 11, Том 6, Мелитополь, 2011.– С. 11-16.
4. Заплетников И. Н., Шеина А. В. Оценка качества овощерезательного оборудования, представленного на рынке Украины/ Вестник ХНТУСХ: темат. сб. науч. трудов, № 119, Харьков, 2011. – 210 с.

Spisok literatury

1. Zapletnikov I.N., Sheina A.V. Issledovanie faktorov, vliyaushih na frikcionnye svoyctva ovoschey/ «Ribnoe hozyaictvo Ukrainy», № 7, Kertch. - 2012. – 64 s.
2. Kragelskiy I.V. Trenie i iznos. - M.: Mashgiz,1962. – 386s.
3. Zapletnikov I.N., Kirichenko V. A. Sheina A.V. Issledovanie koeficientov treniya ovoschey po stali/ Trudy TGAU, Vyp. 11, Tom 6, Melitopol, 2011. – s. 11-16.
4. Zapletnikov I.N., Sheina A.V. Ocenka kachestva ovoscherezatelnogo oborudovaniya, predstavlennogo na ryinke Ukrainy/ Vestnyk HNTYSH, № 119, Harkov, 2011. – 210 s.

УДК 633.529.3

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ МОРСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ В РОТАЦИОННО-НОЖЕВОЙ ДРОБИЛКЕ

Шумилова Ю.А, инженер, магистрант, shumilova-u.a@yandex.ru

Институт холода и биотехнологий Национального исследовательского университета информационных технологий механики и оптики (Университет ИТМО)

В данной работе проводятся испытания по измельчению морской капусты (ламинарии), результатом которых является получение минимальных размеров гранул.

Ключевые слова: ламинария, сушка, измельчение, роторно-ножевая дробилка.

SOME RESULTS CRUSHING SEAWEED IN ROTARY KNIFE MILL

Shumilova Y.A., engineer, master, shumilova-u.a@yandex.ru

Institute of Refrigeration and Biotechnology, National Research University of Information Technologies Mechanics and Optics (University ITMO),

In this work, carried out tests on grinding seaweed (kelp), the result of which is to obtain the minimum size of the granules.

Keywords: kelp, the value of the product, drying, grinding, rotary knife grinder, the results of the test.

Морская капуста, ламинария - это съедобная морская водоросль, относящаяся к классу бурых водорослей, очень богатых питательными веществами.

Рис.1.Строение ламинарии

Она имеет лентовидное слоевище, длина которого может достигать 12 метров. Это слоевище носит название «таллом». Возле основания оно постепенно сужается и становится стволом, который разветвляется и переходит в ризоиды (корнеобразные образования). Благодаря этим образованиям происходит крепление ламинарии к каменистой земле. У ламинарии имеется линейная зеленая с бурым оттенком пластина. Каждую осень водоросль отмирает, однако зимой она нарастает заново. Она может жить 2–4 года, но это в зависимости от того, каковы будут климатические условия. Собирают ламинарию после шторма, наматывая на длинные шесты. Выброшенная на берег морская капуста имеет бурый цвет. Темно-зеленой ламинария становится только через сутки. Состав ламинарии также будет зависеть от места произрастания, состава и температуры морской воды, подводной освещенности. Но в любом случае, в ее составе будут присутствовать следующие элементы:

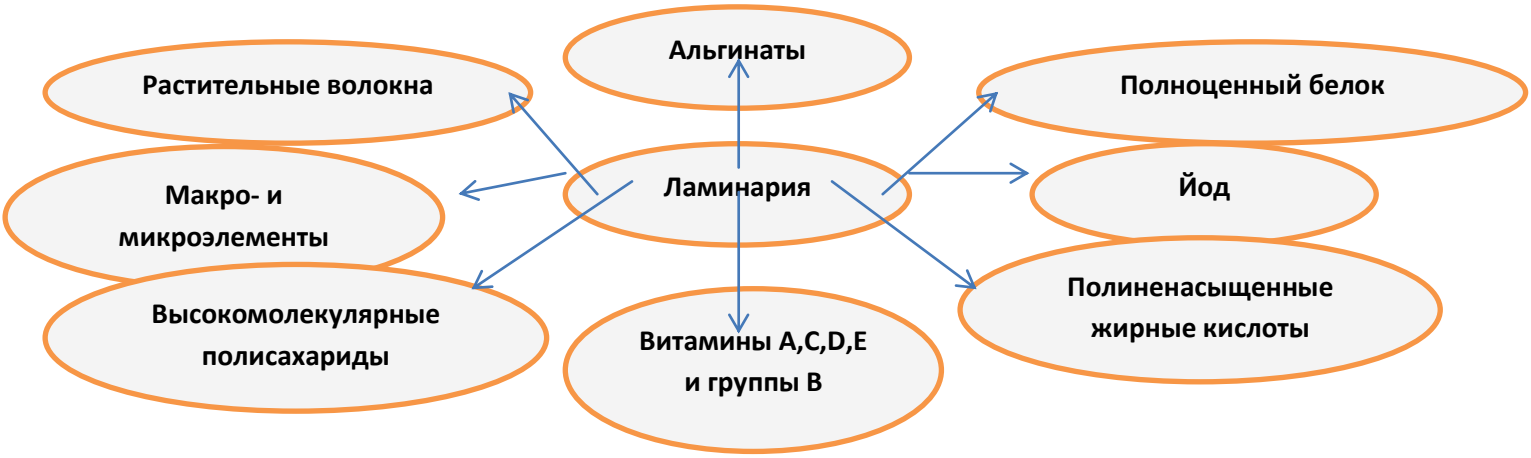


Рис. 2.Полезные компоненты в составе *ламинарии.*

- Альгинаты - природные энтеросорбенты, способные связывать и выводить из организма радионуклиды, токсины, бактерии, ионы тяжелых металлов и излишки холестерина.

- Полноценный белок, включающий в себя все известные аминокислоты.

- Полиненасыщенные жирные кислоты, необходимые для профилактики атеросклероза.

- Высокомолекулярные полисахариды, нормализующие обменные процессы, препятствующие образованию ромбов и регулирующие уровень холестерина в крови и водо-солевой баланс.

- Растительные волокна в растительной форме, весьма необходимые для правильной деятельности желудочно-кишечного тракта.

- Йод, в органически связанной форме, что более всего годится для восполнения йододефицита.

- Витамины A,C,D,E и группы B.

- Макро- и микроэлементы, чуть не в полном составе, извлеченные этой водорослью из морской воды, в легко доступной для организма органической форме (марнганец, кобальт, цинк, магний, железо, калий, натрий, фосфор и др.)

Элемент	мг на 100 г сухого веса	Суточная норма
Хлор	10,56	36,6
Калий	6,85	4000
Натрий	3,12	до 6000
Магний	1,26	400
Кремний	0,51	0,01
Фосфор	0,41	960
Йод	0,25	0,15
Кальций	0,22	260
Железо	0,12	18
Цинк	0,002	15
Ванадий	0,0016	0,01
Марганец	0,001	2,5
Никель	до 0,00017	0,005
Кобальт	0,00016>	до 2,5
Молибден	0,000096	0,025

Таблица 1. (Содержание полезных элементов в ламинарии)

Благодаря такому богатому и полезному составу, ламинария находит применение во многих областях промышленности. Таких, как косметология, медицина, пищевая промышленность и др. Чаще всего ламинарию используют в виде порошка. Только требования к размерам гранул измельченной ламинарии в каждой сфере свои. Например, в пищевой промышленности могут использоваться более крупные фракции, а в медицине или косметологии предпочтительнее гранулы минимальных размеров.

Рис. 2. Основные области применения ламинарии

Измельчение ламинарии в порошок довольно сложная и точная работа, особенно если необходимо получить более мелкие фракции. Но прежде чем приступить к измельчению, ламинарию необходимо собрать и высушить. Сушка является тоже очень важным процессом, от нее зависит сохранение всех важных элементов в составе ламинарии. Есть несколько вариантов сушки:

1. Сушка на настилах

Ламинарию промывают в морской воде, обрезают черешки, сортируют, выкладывают на настил для просушки или в крытый склад. Все это делают недалеко от места добывания ламинарии, под навесом на крытом воздухе или в крытом складе, делают настил.

2. В сушильных агрегатах

Шинкованное замороженное сырье предварительно размораживают на воздухе или в воде, затем сушат в сушильных агрегатах (сушилках тоннельных, камерных, механизированных, барабанного типа, паровых, конвейерных типа СПК или др. конструкции).

Еще одним, щедящим методом высушивания ламинарии, является инфракрасная сушка. Инфракрасное излучение активно поглощается влагой, содержащейся в водорослях, и не поглощается их тканью. В благоприятных условиях для получения продукта влажностью 18-20% требуется до 3-х часов. Морская капуста (ламинария) после процесса ИК-сушки соответствует требованиям, предъявляемым к пищевой продукции и биологически активным добавкам, полностью сохраняет такие ценные, биологически активные вещества, как маннит, альгинат, йод.

Готовность сушеной морской капусты определяется измерением массовой доли влаги. Оптимальная влажность продукта 18-20%. Слоевища с массовой долей влаги более 20 % направляют на досушку. Слоевища пересушенные (до 14%) намачивают и отправляют на повторную сушку.

После сушки листы ламинарии направляются в роторно-ножевую дробилку РМ 120. Она прекрасно подходит для измельчения объемных и мягких материалов средней твердости, волокнистых, полимерных и целлюлозных материалов без переизмельченности (листья, корни деревьев, трава, древесина, пряности и т.д), в том числе является идеальным вариантом для измельчения морской капусты. Ламинария поступает в дробилку в виде сухих, хрупких, спутанных нитевидных стеблей, частиц размером 10-50 мм. При измельчении поддерживается температура нагрева не более 45˚. Минимальный размер частиц после измельчения на данной дробилке, может достигать 0,5 мм.

Ниже представлены результаты измельчения ламинарии на роторно-ножевой дробилке РМ 120 . Для проведения испытаний была взята проба - 860 г ламинарии.

Таблица 2. Гранулометрический состав продукта измельчения

Материал	Крупность, мм	-0,1	+0,1 – 0,2	+0,2 - 0,25	+0,25 -0,3	+0,3 - 0,5	+0,5	ИТОГО
Ламинария	Вес, г	60	230	130	130	90	5	645
	Содержание, %	9,3	35,7	20,1	20,1	14	0,8	100

После измельчения и просеивания полученного порошка через сита (0,1 мм, 0,2 мм, 0,25 мм, 0,3 мм и 0,5 мм) , видно, что большую часть порошка составляют гранулы размером 0,1-0,2 мм. Это хороший помол, так как большую часть составляют гранулы размером меньше среднего из общей массы помола.

Благодаря правильной сушке и измельчению ламинарии, был получен порошок, с хорошим гранулометрическим составом, сохраненными при этом важными и ценными компонентами, который можно успешно использовать во всех отраслях промышленности.

Список литературы:

1. Атлас водорослей-макрофитовприкамчатских вод. Том 1. Зеленые и бурые водоросли, Н.Г Клочкова, Т.Н Королева, А.Э Кусиди, 2009г., 181с.
2. Электронный ресурс: Мир водорослей:
3. http://a-referatov.net/index.php/biologiya/botanika/562-mir-vodoroslej
4. Элементарный химический состав растений, В.Б. Ильин, 1985 г.129 с.
5. Электронный ресурс: Биология. Питание. Ламинария:
6. http://www.muldyr.ru/a/a/laminariya_-_primenenie
7. Физика измельчения, Г.СХодаков, 1972г., 307 с.

8. Совершенствование процесса сушки масличных семян инфракрасным излучением на основе математического моделирования. Диссертация кандидата технических наук Демидова А.С, 2012г. 142с.

Spisok Literatury:

1. Atlas vodorosley-makrofitovprikamchatskih vod. Tom 1. Zelenyie i buryie vodorosli, N.G Klochkova, T.N Koroleva, A.E Kusidi, 2009g., 181s.
2. Elektronnyiy resurs: Mir vodorosley:
3. http://a-referatov.net/index.php/biologiya/botanika/562-mir-vodoroslej
4. Elementarnyiy himicheskiy sostav rasteniy, V.B. Ilin, 1985 g.129 s.
5. Elektronnyiy resurs: Biologiya. Pitanie. Laminariya:
6. http://www.muldyr.ru/a/a/laminariya_-_primenenie
7. Fizika izmelcheniya, G.SHodakov, 1972g., 307 s.
8. Sovershenstvovanie protsessa sushki maslichnyih semyan infrakrasnyim izlucheniem na osnove matematicheskogo modelirovaniya. Dissertatsiya kandidata tehnicheskih nauk Demidova A.S, 2012g. 142s.

Секция 2 «Автоматика и автоматизация производственных процессов». Тезисы

УДК 637.1:681

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОЛБАСНОГО ФАРША, С ЦЕЛЬЮ ВЫРАБОТКИ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ

Корягин А.А., магистр каф. АБиТП, ant-koryagin@yandex.ru
к.т.н., доцент каф. АБиТП Лазарев В.Л., holod25@yandex.ru

Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет Информационных Технологий, Механики и Оптики
Институт Холода и Биотехнологий

Современная технология допускает варьирование отдельных компонентов при производстве колбасного фарша, с целью достижения требуемых его свойств. Данная работа направлена на разработку методик определения рецептур и выработку стратегии управления производством.

Ключевые слова: оптимизация, фарш, колбасы.

INVESTIGATION PROCESS OF PREPARATION SAUSAGE MEAT, IN ORDER TO DEVELOP MANAGEMENT STRATEGIES

Koryagin A.A., master at the Department of ABTP, ant-koryagin@yandex.ru
Candidate of Engineering Sciences, docent Lazarev V.L., holod25@yandex.ru

St. Petersburg National Research
University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

Modern technology allows the variation of the individual components in the production of the sausage meat, in order to achieve the desired properties. This work aims to develop methods for determining the production of formulations and strategy management.

Keywords: Optimization, mince, sausages.

Современная технология допускает варьирование отдельных компонентов при производстве колбасного фарша, с целью достижения требуемых его свойств. Данная работа направлена на разработку методик определения рецептур и выработку стратегии управления производством фарша, обеспечивающих целенаправленное формирование следующих параметров:

- влагоудерживающей способности фарша.
- степени эмульгирования мясных смесей.
- степени гомогенизации компонентов фарша.

Решение задачи предлагается осуществлять методами линейного и нелинейного программирования, с использованием соответствующих математических моделей. Практическая реализация предлагаемых решений основана на использовании стандартного пакета прикладных программ для ЭВМ.

Внедрение полученных решений на практике, позволит производить фарш с заданными свойствами, что, в конечном счете, будет способствовать повышению качества колбасной продукции.

Список литературы:

1. Лазарев В. Л., «Робастные системы управления в пищевой промышленности». Издательство СпбГУНиПТ 2003 год. 150с.
2. Селевцов Л. И. Автоматизация технологических процессов : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ Л. И. Селевцов, А. Л. Селевцов. – М. : Издательский центр «Академия», 2011. – 252 с.

3. Электронный научный журнал «Процессы и аппараты пищевых производств»/ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий».

Spisok literatury:

1. Lazarev V. L., «Robastnye sistemy upravlenija v pishhevoj promyshlennosti». Izdatel'stvo SpbGUNiPT 2003 god. 150s.
2. Selevcov L. I. Avtomatizacija tehnologicheskih processov : uchebnik dlja stud. uchrezhdenij sred. prof. obrazovanija/ L. I. Selevcov, A. L. Selevcov. – M. : Izdatel'skij centr «Akademija», 2011. – 252 s.
3. Jelektronnyj nauchnyj zhurnal «Processy i apparaty pishhevyh proizvodstv»/GOU VPO «Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj universitet nizkotemperaturnyh i pishhevyh tehnologij».

УДК 663.674

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ ФРИЗЕРОВАНИЯ МОРОЖЕНОГО

Кошолап И.Н. бакалавр каф. АБиТП, kosholap.n.i@yandex.ru
ассистент каф. АБиТП Абугов М.Б., aiapp@mail.ru

Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет
Информационных Технологий Механики и Оптики
Институт Холода и Биотехнологий

Фризерование является одной из основных операцией при производстве мороженого, в процессе которой смесь превращается в кремообразную, частично замороженную и увеличивающуюся в объеме массу и закладывается структура мороженого. Структура мороженого характеризуется главным образом размерами кристаллов льда, содержанием воздуха, а также размерами воздушных пузырьков и твердых частиц.

Ключевые слова: мороженое, фризерование, консистенция

THE ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL OPERATIONS FREEZING ICE CREAM

Kosholap I.N. bachelor at the Department of ABTP,
kosholap.n.i@yandex.ru
Assistant at the Department of ABTP Abugov M.B., aiapp@mail.ru

St. Petersburg National Research

University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

Freezing is one of the main operation in the manufacture of ice cream, in which process the mixture becomes creamy, partially frozen and increasing in mass and volume to create the structure of ice cream. The structure of ice cream is characterized mainly by the size of the ice crystals, air content, and size of air bubbles and solid particles.

Keywords: ice cream, freezing, consistency

Операция фризерования является основной при производстве мороженого, в процессе которой смесь превращается в кремообразную, частично замороженную и увеличивающуюся в объеме массу. В процессе фризерования замораживается, превращается в мелкие кристаллы льда. В зависимости от вида вырабатываемого мороженого и от температуры фризерования замораживается 29-67% всей свободной воды. Консистенция мороженого в значительной степени зависит также от размеров полученных кристаллов льда, которые не должны превышать 100 мкм. Количество воздуха, добавляемого в смесь, характеризуется как взбитость. В результате насыщения воздухом объем замороженной смеси увеличивается в 1,5--2 раза.

Подача во фризер смеси, воздуха и выгрузка мороженого осуществляются принудительно, под давлением. Поэтому в замерзшей смеси, находящейся под давлением 0,5--0,8 МПа, пузырьки воздуха находятся в сжатом состоянии. При выходе из фризера, попадая в условия нормального давления, пузырьки воздуха увеличиваются в объеме, что, в свою очередь, увеличивает объем мороженого, то есть повышает его взбитость.

Замороженная смесь выходит из фризера с температурой от минус 3 до минус 5°С и взбитостью, до 100%.

Уменьшение взбитости мороженого снижает его качество, продукт приобретает плотную консистенцию с грубой структурой. При слишком высокой взбитости появляется снегообразная консистенция, что также снижает качество продукта.

На криоскопическую температуру и количество вымороженной воды при любой данной температуре оказывает влияние в основном содержание сахара в смеси на среднюю величину кристаллов — скорость и температура фризерования. Чем ниже температура фризерования (в допустимых пределах) и чем лучше циркуляция смеси в цилиндре фризера, тем быстрее проходит кристаллообразование и мельче кристаллы льда.

Структура мороженого характеризуется главным образом размерами кристаллов льда, содержанием воздуха, а также размерами воздушных

пузырьков и других твердых частиц, присутствующих в мороженом. Чем меньше их размеры, тем нежнее структура мороженого.

Список литературы:

1). Оленев Ю.А. «Мороженое»
2). Антипов С.Т. «Машины и аппараты пищевых производств»
3).ГОСТ Р 52175-2003
Мороженое молочное, сливочное и пломбир. Технические условия

УДК 65.33

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ (СУШКИ МОЛОКА)

Маргасов Д.В., магистр каф. АБиТП, margasov@inbox.ru
д.т.н., профессор каф. АБиТП Балюбаш В.А., aiapp@mail.ru

Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет
Информационных Технологий, Механики и Оптики
Институт Холода и Биотехнологий

Исследование и оптимизация многоканальной системы автоматического управления процессом производства молочных консервов (сушки молока) позволяет интенсифицировать сам процесс, снизить энергозатраты, повысить показатели качества готовой продукции и снизить долю брака.

Ключевые слова: сушка молока, многоканальная система управления, исследование эффективности многоканальной САУ.

INVESTIGATION AND OPTIMIZATION OF MULTI-CHANNEL AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF THE PRODUCTION PROCESS OF CANNED MILK (DRIED MILK)

Margasov D.V., master at the Department of ABTP, margasov@inbox.ru
Doctor of technical Sciences,Professor at the Department of ABTP Balubash V.A., aiapp@mail.ru

St. Petersburg National Research
University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

Investigation and optimization of multi-channel automatic control system of the production process of canned milk (dried milk) allows to intensify the process,

reduce energy costs, improve product quality indicators and to reduce the share of marriage.

Keywords: drying of milk, multichannel control system, study of the effectiveness of multichannel ACS.

Для оптимизации процесса сушки молока при использовании многоканальной системы автоматического управления требуется нахождение регрессионной модели, которая позволит оценить влияние управляющих воздействий на изменение показателей качества продукта по каждому каналу отдельно.

В зависимости от выбранного критерия оптимизации многоканальная САУ позволяет снизить энергозатраты, уменьшить время протекания процесса сушки, повысить показатели качества продукции.

Список литературы:

1. Кивенко С. Ф. Производство молочных консервов.-М.:Пищевая промышленность, 1969.-160с.
2. Гришин М.А., Соколов Ф.С. Производство молочных консервов. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1982. - 216 с.

Spisok literatury:

1. Kivenko S.F. Proizvodstvo molochnykh koservov. – M.: Pishevaya promishlennost, 1969. – 160s.
272 s.
2. Grishin M.A., Sokolov F.S. Proizvodstvo molochnykh koservov. – Kiev: Visha shkola. Golovnoe izd-vo, 1982. – 216s.

УДК 65.011.56

К ВОПРОСУ ОБ АТТЕСТАЦИИ МЕТОДИК ИЗМЕРЕНИЯ О ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Мельник М.Н., магистр каф. АБиТП, marianna_romaska@mail.ru
д.т.н., профессор каф. АБиТП Бегунов А. А., begunov38@mail.ru

Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет Информационных Технологий, Механики и Оптики
Институт Холода и Биотехнологий

Результат любого измерения только тогда полноценен, когда известно значение измеряемой величины, его погрешность и достоверность. Исследователь, производящий прямые измерения с помощью прибора, это, как правило, учитывает и применяет только те средства измерения,

которые по своим метрологическим свойствам соответствуют метрологическим требованиям решаемой измерительной задачи.
Ключевые слова: Аттестация, методика, измерения, пищевая промышленность.

TO A QUESTION OF CERTIFICATION OF TECHNIQUES OF MEASUREMENT OF THE FOOD INDUSTRY

Melnik M.N., master at the Department of ABTP,
marianna_romaska@mail.ru
Doctor of technical Sciences, Professor at the Department of ABTP
Begunov A.A.,
begunov38@mail.ru

St. Petersburg National Research
University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

The result of any measurement only then is full-fledged when value of the measured size, its error and reliability is known. The researcher performing direct measurements by means of the device, as a rule, considers it and applies only those gages which on the metrological properties conform to metrological requirements of the solved measuring task.
Key words: Certification, technique, measurements, food industry.

Результат любого измерения только тогда полноценен, когда известно значение измеряемой величины, его погрешность и достоверность. Исследователь, производящий прямые измерения с помощью прибора, это, как правило, учитывает и применяет только те средства измерения, которые по своим метрологическим свойствам соответствуют метрологическим требованиям решаемой измерительной задачи. К этим свойствам относятся, главный образом, диапазон измерения и класс точности, а также условия выполнения измерений. Но это обстоятельство нередко упускают из вида, когда производят измерения с помощью методик выполнения измерения (далее МВИ) - наиболее характерным для пищевых отраслей средством получения измерительной информации. Вместе с тем хорошо известно, что МВИ, как и приборы, имеют ограничения применения по значению измеряемой величины, по точности получаемого результата, по условиям использования. Так термогравиметрические методы анализа в области малых (менее 1 %) и высоких (более 90 %) значений концентрации влага дает относительно высокую погрешность, колориметрические методы не рекомендуется применять для измерения в области значений концентрации, при которых нарушается линейность закона Бугера - Ламберта - Бэра и т. д. Многие МВИ, даже оформленные в виде государственных и отраслевых

стандартов, не содержат необходимых метрологических характеристик, что порой не позволяет применять на практике регламентации нормативного документа. Например, в ГОСТ 3935 - 2000 «Сигареты. Общие технические условия» разрешено применять, кроме нормированных в стандарте средств измерений и методик, иные при условии сохранения точности полученных результатов, но нигде эта точность не указана, поскольку регламентированные средства испытаний не имеют метрологических характеристик. Часто альтернативная корреляция МВИ допускаемых в стандартах не подтверждена. Нередко за показатель точности принимают приводимые обычно в МВИ значения расхождения между двумя или тремя параллельными измерениями. Однако эти характеристики являются лишь критериями наличия или отсутствия в одной из них грубой погрешности, (причем, неизвестно, в каком именно).

Список литературы:

А.А. Бегунов «Метрологические основы аналитики», Санкт-Петербург, 2004 год

Spisok literatury:

A.A. Begunov "Metrological fundamentals of analytics", St. Petersburg, 2004 g

УДК 662.99

ПРОБЛЕМЫ РОТОРНЫХ РЕКУПЕРАТОРОВ ПРИ ПРАКТИЧЕСКОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Мохначёв Я.А., магистр каф. АБиТП, mokhnachev.yaroslav@mail.ru
к. т. н., доцент каф. АБиТП Поляков Р.И., rpolyakov@mail.ru

Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет
Информационных Технологий, Механики и Оптики
Институт Холода и Биотехнологий

В данной статье исследовалось влияниеиспользования роторных рекуператоров на экономию электроэнергии на подогрев подаваемого с улицы воздуха. Рассматривались проблемы обледенения рекуператоров и возможные методы решения этих проблем.

Ключевые слова: рекуператор, виды, экономия, влажность.

ROTARY HEAT EXCHANGER PROBLEMS IN PRACTICAL USE AND TROUBLESHOOTING

Mokhnachov Y.A. master at the Department of ABTP,
mokhnachev.yaroslav@mail.ru
Candidate of Engineering Sciences, docent Polyakov.R.I.,
rpolyakov@mail.ru

St. Petersburg National Research
University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

In this article, the influence of the use of rotary heat exchanger to save energy for warming air supplied from outside. Considers the problem of icing recuperators and potential methods of solving these problems.

Keywords: heat exchanger types, savings, humidity.

На формирование современных климатических систем в России оказывает влияние ряд факторов, послуживших стимулом существенного роста интереса к рекуперации тепловой энергии во вновь проектируемых и реконструируемых системах вентиляции и кондиционирования воздуха. Для того, чтобы уравновесить температуру в помещении, существует устройство, называемое рекуператор воздуха, который в холодное время года возвращает комнатное тепло, а летом препятствует проникновению жары с притоком свежего воздуха.Экономическая обоснованность применения рекуператоров очевидна в условиях относительно сурового российского климата, поскольку она зависит от температурного контрастанепосредственным образом. Чем больше разница температур воздуха снаружи и внутри здания, тем больше достигаемый экономический эффект.В связи с изложенным, анализ проблем обеспечения работоспособности и эффективности работы теплообменников, с учетом особенностей их эксплуатации в суровых климатических условиях северных регионов России, представляет несомненный интерес.Прежде всего, необходимо иметь в виду, что обмерзание пластинчатых теплообменников является вполне допустимым и при разработке систем рекуперации тепла отсутствует необходимость избегать частичного обледенения теплообменников на стороне вытяжки.

Рекуперация является, по сути, методом сокращения потерь через вентиляционную систему, то есть технологией энергосбережения. При помощи рекуперации можно сохранить более 70% уходящего тепла, а производители некоторых роторных рекуператоров обещают до 85% сохранения тепла. Энергия используется повторно в одном технологическом процессе! Существуют рекуператоры различных мощностей и конструкций. Насущная проблема обледенения теплообменника полностью решается путем предварительного подогрева приточного воздуха выше температуры

обмерзания. Указанное может быть реализовано за счет частичного смешения свежего и удаляемого воздуха на притоке, либо используя дополнительные электрические нагреватели (ТЭНы) или калориферы. Следует иметь в виду, что подогрев необходим только в пределах «холодного угла», за счет чего габариты и мощность устанавливаемого оборудования могут быть существенным образом снижены.

Обмерзание теплообменника также решается путем периодичного включения приточного вентилятора или применением бай-пасного клапана (заслонки).Если уменьшить поток воздуха с наружи или увеличить поток изнутри ни конденсации, ни льдообразования не будет.

Список литературы:

1) Барлаков Б.В., Каприс Е.Е. «Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях».М.:Стройиздат, 1982, -312 с.

2) Диалог специалистов АВОК: Проблемы обмерзания рекуператоров URL: http://forum.abok.ru/lofiversion/index.php/t92234.html

3) Технико-экономическая оптимизация утилизации теплоты вытяжного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования. Журнал СОК, январь 2006

4) Рекуператор воздуха — что такое, зачем и как его сделать своими руками? URL: http://strmnt.com/rekuperator-vozduxa.html

5) Вентиляционный рынок: эпоха перемен. Журнал СОК, октябрь 2014,

6) Диалог специалистов АВОК > ОБЩИЙ ФОРУМ > Кондиционирование, вентиляция, микроклимат в помещенияхURL: http://forum.abok.ru/index.php?showtopic=2603

7) Е. Бондарь, А. Гордиенко, В. Михайлов, Г. Нимич «Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха»Учебное пособие. К.: Аванпост-Прим, 2005.

8) Рекуператор воздуха для дома: роторный и пластинчатый URL: http://kreadom.ru/rekuperator-vozduxa-dlya-doma.html

9) Сотников А. Г. Автоматизация систем кондиционирования воздуха и вентиляции.

Л., «Машиностроение», 1984.

10) Диалог специалистов АВОК > ОБЩИЙ ФОРУМ > Кондиционирование, вентиляция, микроклимат в помещениях URL: http://forum.abok.ru/lofiversion/index.php/t35430.html

11) Стефанов Е.В. «Вентиляция и кондиционирование воздуха». — СПб.: АВОК «Северо-Запад», 2005. — 391.: ил. — УДК 697.9 (075.8)

12) Под ред. И. Г. Староверова. // Авт.: В. Н. Богословский, И. А. Шепелев, В. М. Эльтерман и др. «Внутренние санитарно-технические устройства. В 2-х ч.. Изд. 2-е перераб. и доп. Ч.2. Вентиляция и

кондиционирование воздуха». — Москва: Стройиздат, 1977— 502с.(Справочник проектировщика), С. 126. — УДК 697.9.001.2(031)

Spisok literatury:

1) BarlakovB.V., KaprisE.E. «Kondicionirovanie vozduha v promyshlennyh, obshhestvennyh i zhilyh zdanijah».M.:Strojizdat, 1982, -312 s.

2) Dialog specialistov AVOK: Problemy obmerzanija rekuperatorov URL: http://forum.abok.ru/lofiversion/index.php/t92234.html

3) Tehniko-jekonomicheskaja optimizacij autilizaciiteplotyvy tjazhnogo vozduha v sistemahventiljaciiikondicionirovanija. Zhurnal SOK, janvar' 2006

4) Rekuperatorvozduha — chtotakoe, zachemikak ego sdelat' svoimirukami? URL: http://strmnt.com/rekuperator-vozduxa.html

5) Ventiljacionnyjrynok: jepohaperemen. Zhurnal SOK, oktjabr' 2014,

6) Dialog specialistov AVOK >OBShhIJ FORUM >Kondicionirovanie, ventiljacija, mikroklimat v pomeshhenijah URL: http://forum.abok.ru/index.php?showtopic=2603

7) E. Bondar', A. Gordienko, V. Mihajlov, G. Nimich «Avtomatizacijasistemventiljaciiikondicionirovanijavozduha» Uchebnoeposobie. K.: Avanpost-Prim, 2005.

8) Rekuperator vozduha dlja doma: rotornyji plastinchatyj URL: http://kreadom.ru/rekuperator-vozduxa-dlya-doma.html

9) Sotnikov A. G. Avtomatizacija system kondicionirovanija vozduha i ventiljacii. L., «Mashinostroenie», 1984.

10) Dialog specialistov AVOK >OBShhIJ FORUM > Kondicionirovanie, ventiljacija, mikroklimat v pomeshhenijah URL: http://forum.abok.ru/lofiversion/index.php/t35430.html

11) Stefanov E.V. «Ventiljacijaikondicionirovanievozduha». — SPb.: AVOK «Severo-Zapad», 2005. — 391.:il. — UDK 697.9 (075.8)

12) Pod red. I. G. Staroverova. // Avt.: V. N. Bogoslovskij, I. A. Shepelev, V. M. Jel'termani dr. «Vnutrenniesanitarno-tehnicheskieustrojstva. V 2-h ch..Izd.2-e pererab.idop. Ch.2. Ventiljacijaikondicionirovanievozduha». — Moskva: Strojizdat, 1977—502s.(Spravochnikproektirovshhika), S. 126. — UDK 697.9.001.2(031)

УДК 681.5

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ВЫПЕЧКИ ХЛЕБА НА ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «КАРАВАЙ»

Немова Е. А., бакалавр каф. АБиТП, phoenix2808@mail.ru
ст. преподаватель каф. АБиТП Назарова В.В., vvnazarova@yandex.ru

Модернизация системы печи требует внедрения в производство частотного регулирования с учётом возможности автонастройки печи, которая даст возможность перехода с одного вида продукции на другой.

Ключевые слова: хлеб, печь, частотное регулирование, автонастройка, модернизация.

MODERNIZATION OF A CONTROL SYSTEM OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF BAKING OF BREAD AT THE ENTERPRISE OSC «KARAVAY»

Nemova E.A. bachelor at the Department of ABTP, phoenix2808@mail.ru
Senior lecturer at the Department of ABTP Nazarova V.V.,
vvnazarova@yandex.ru

St. Petersburg National Research
University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

Modernization of system of the furnace demands introduction in production of frequency regulation taking into account possibility of autotune of the furnace which will give the chance of transition from one type of production to another.

Keywords: bread, furnace, frequency regulation (drive), autotune, modernization.

Хлеб – один из основных и важнейших продуктов питания. Ассортимент хлебобулочных изделий характеризуется большим разнообразием и включает в себя около тысяч наименований. Одним из крупнейших производителей является ОАО «Каравай». Высокое качество продукции обеспечивается современным оборудованием, которым располагает хлебозавод. Новейшие марки печей и конвейеров делают процесс производства отлаженным и эффективным. В последнее время в ассортименте хлебной продукции произошли и продолжаются значительные изменения. Однако предприятие должно модернизировать производство, обеспечивая себе тем самым конкурентное преимущество. Поэтому для производства различного ассортимента хлебобулочной продукции целесообразно проводить модернизацию печи Den Boer 2000 года линия №5.

Она заключается в том, что в печь будет установлен частотный преобразователь и преобразована вся система выпечка хлеба, с автонастройкой даст возможность быстро переходить на другой вид продукции. Оборудование для производства хлеба различно, существует огромный ассортимент печей. В печах старого образца управление технологическими параметрами, изменение скорости осуществляется очень медленно и автонастройка невозможна [1]. Таким образом очень часто электродвигатели старого типа (двигатель постоянного тока) испытывают сильные перегрузки, низкую скорость работы, длительный переход с одного вида продукции на другой.

В наше время часто подобная проблема решается с помощью установки частотного преобразователя или асинхронного двигателя с частотным приводом в систему печи. Частотный преобразователь способствует защите асинхронного электродвигателя от перегрузок, что продлевает время функционирования не только электрической, но и механической части электропривода и всего оборудования в целом [2].

Направление замены регулируемого привода постоянного тока и нерегулируемого привода переменного тока на асинхронный электродвигатель с частотным преобразователем является весьма перспективным и экономически обоснованным. Применение асинхронных электродвигателей с частотным приводом позволяет модернизировать производство, повысить надежность, снизить энергопотребление, осуществлять стабилизацию и автонастройку.

Список литературы:

1)Маклюков И. И., Маклюков В. И. Промышленные печи хлебопекарного кондитерского производства. – Изд. 4 – е, перераб. и доп. – М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1983. – 272 с.

2) http://megavattspb.ru/chastpreobr.html

Spisok literatury:

1) Maklyukov I. I., Maklyukov V. I. Industrial furnaces of baking confectionery production. – Prod. 4 – e, reslave. and additional – M.: Light and food industry, 1983. – 272 pages.

2) http://megavattspb.ru/chastpreobr.html

УДК 637.1

АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ЦЕХА ПРОИЗВОДСТВА СУХОГО МОЛОКА НА ОАО «ТИРАСПОЛЬСКИЙ МОЛОЧНЫЙ КОМБИНАТ»

Спотару Ю.Ю., магистр каф. АБиТП, spotaru@rambler.ru
к.т.н., с.н.с., зав. кафедрой АБиТП Иванов В.Л., vniig-audit@mail.ru

Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет Информационных Технологий, Механики и Оптики
Институт Холода и Биотехнологий

Детальное изучение структуры цеха производства сухого молока на ОАО «Тираспольский молочный комбинат», энергетическое обследование установленного оборудования и здания цеха, позволяет установить источники неоправданных потерь энергоресурсов.

Ключевые слова: цех, сухое молоко, оборудование, энергоресурсы, энергосбережение.

ANALYSIS OF WORKSHOP EQUIPMENT MANUFACTURING MILK POWDER OF «TIRASPOL DAIRY PLANT»

Spotaru Y.Y., master at the Department of ABTP, spotaru@rambler.ru
Candidate of Engineering Sciences, Senior Research Officer Ivanov V.L., vniig-audit@mail.ru

St. Petersburg National Research
University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

A detailed study of the structure of production of milk powder plant at JSC "Tiraspol Dairy Plant", Energy inspection of installed equipment and building management allows you to set an unwarranted loss of energy.

Keywords: shop, dry milk, equipment, energy resources, energy saving.

Производство сухого молока является одним из самых энергоемких процессов в молочной промышленности.

В связи с этим проводится детальное изучение структуры цеха производства сухого молока, энергетическое обследование установленного оборудования и здания цеха, устанавливаются источники неоправданных потерь энергоресурсов и разрабатывается система контроля и управления энергосбережением в цехе производства сухого молока, учитывая состояние установленного оборудования.

Для производства сухого молока используют распылительные или вальцовочные сушильные установки. Молоко, предварительно пастеризованное и сгущенное в вакуумных аппаратах, направляют в сушилки. В распылительных установках молоко сушат в атмосфере горячего воздуха (140-180°С). На вальцовых сушильных установках молоко сушится, соприкасаясь с вальцами, нагретыми до(103-105°С) [1, 17-20].

На ОАО «Тираспольский молочный комбинат» (ТМК) для производства сухого молока используется распылительная сушильная установка типа УРС-150.

Список литературы:

1. В.Д.Сурков и др. «Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности» / Сурков В. Д., Липатов Н. Н., Золотин Ю. П.- 3-е изд.,перераб.и доп.- М.: Легкая и пищевая пром-сть,1983.- 432с.

2. Слесаренко И.Б. Исследование ресурсо- и энергосберегающих технологий в пищевой промышленности. – И.Б. Слесаренко, В.В. Слесаренко // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 5 – С. 46-47

Spisok literatury:

1. V.D.Surkov i dr. «Texnologicheskoeoborudovaniepredpriyatijmolochnojpromyshlennosti» / Curkov V. D., Lipatov N. N., Zolotin Yu. P.- 3-e izd.,pererab.idop.- M.: Legkaya i pishhevaya prom-st,1983.- 432s.

2. Slesarenko I.B. Issledovanieresurso- i energosberegayushhixtexnologij v pishhevojpromyshlennosti. – I.B. Slesarenko, V.V. Slesarenko // Fundamentalnyeissledovaniya. – 2008. – № 5 – S. 46-47

УДК 65.011.56

ЕМКОСТНОЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ И КЛЕЙКОВИНЫ В МУКЕ

Тимошук А.И., Озеров Д.В. магистры каф. АБиТП, no.rules@mail.ru
д.т.н., профессор каф. АБиТП Балюбаш В.А., aiapp@mail.ru

Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет Информационных Технологий, Механики и Оптики
Институт Холода и Биотехнологий

Методы измерения клейковины и влажности твердых материалов, жидкостей и газов, основанные на преобразовании влажности в другую физическую величину с использованием современной измерительной техники, насчитывают всего несколько десятилетий; некоторые из них были разработаны в последние годы.

Однако измерения влажности различных материалов и средств во многих отраслях народного хозяйства и целом ряде областей научных исследований заняли важное место в современной аналитической измерительной технике. Информация о влажности используется в многочисленных автоматических системах.

Для определения количества клейковины в пробе муки, необходимо нагреть ее до 70 градусов. При нагревании вода находящаяся в связанном состоянии, освободится от молекулярных связей. Пока влага содержится в связанном состоянии, диэлектрическая проницаемость равна 11-13, после нагрева проницаемость возрастает. По диэлектрической проницаемости нагретой пробы, можно судить о количестве содержащейся клейковины.

Ключевые слова: емкостной, клейковина, влажность, мука.

CAPACITIVE METHOD OF MEASUREMENT OF MOISTURE CONTENT AND THE GLUTEN IN THE FLOUR

Timoshuk A. I., Ozerov D.V. masters at the Department of ABTP, no.rules@mail.ru
Doctor of technical Sciences,Professor at the Department of ABTP Balubash V.A., aiapp@mail.ru

St. Petersburg National Research
University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

Methods of measurement of gluten and humidity of solid materials, liquids, and gases based on converting moisture into another physical quantity with the use of modern measuring equipment, consist of only a few decades; some of them have been developed in recent years.

However, measuring the moisture content of various materials and tools in many industries and a wide range of areas of scientific research has taken an important place in modern analytical instrumentation. Information about humidity is used in many automatic systems.

To determine the amount of gluten in the flour sample, it is necessary to heat it to 70 degrees. When heated, the water being in a bound state, freed from the molecular bonds. The moisture contained in the bound state, the dielectric constant is 11-13, after heating the permeability increases. According to the dielectric constant of the heated sample can be judged on the number of contained gluten.

Keywords: capacitive, gluten, humidity, flour.

Емкостный метод основан на том, что изменение влажности продукта приводит к существенному изменению диэлектрической проницаемости. У обезвоженных продуктов диэлектрическая проницаемость ε = 1...6, а у воды ε = 80. Изменение диэлектрической проницаемости вследствие изменения влажности материала определяют по изменению емкости конденсатора, между обкладками которого помещается анализируемый материал.

При измерении влажности сыпучих материалов емкостным методом наилучшие результаты в смысле точности измерения достигаются при полном устранении влияния переменной объемной массы, т.е. при уплотнении постоянной массы контролируемого материала между электродами емкостного датчика до постоянного объема, т.е. при обеспечении постоянной плотности.

Для определения количества клейковины в пробе муки, необходимо нагреть ее до 70 градусов. При нагревании вода, находящаяся в связанном состоянии, освободится от молекулярных связей. Пока влага содержится в связанном состоянии, диэлектрическая проницаемость равна 11-13, после

нагрева проницаемость возрастает. По диэлектрической проницаемости нагретой пробы, можно судить о количестве содержащейся клейковины.

Принцип действия емкостного датчика основан на зависимости электрической емкости конденсатора от размеров его обкладок, их взаимного расположения и от диэлектрической проницаемости среды между ними. Для двухобкладочного плоского конденсатора (рис. 1) электрическая емкость определяется выражением:

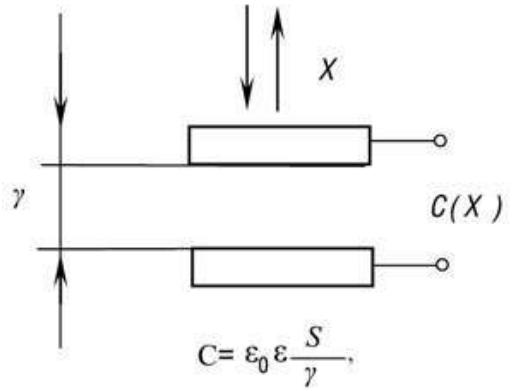


Рис. 1. Расчет емкости конденсатора

ε0 – диэлектрическая постоянная; ε – относительная диэлектрическая проницаемость среды между обкладками; S – активная площадь; γ – расстояние между обкладками конденсатора.обкладок;

Список литературы:

1. Берлинер М. А. Измерения влажности. (Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Энергия», 1973,400 с.

Spisok literatury:

1. Berliner M. A. Izmereniya vlazhnosti. (Izd. 2-e, pererab. i dop. M., «EHnergiya», 1973,400 s.

УДК 64.36

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В УСЛОВИЯХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Штейнгарт С.А, бакалавр каф. АБиТП, shteyngart@yandex.ru
д.т.н., профессор каф. АБиТП Бегунов А.А., begunov38@mail.ru

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
Институт холода и биотехнологий

В данной статье рассматривается методологические подходы к статистической и математической обработке данных измерительного

эксперимента для применения в различных областях пищевой промышленности.

Ключевые слова: статистика, эксперимент, пищевая промышленность

MATHEMATICAL PROCESSING OF DATA MEASURING EXPERIMENT IN TERMS OF THE FOOD INDUSTRY

Shteingart S.A. , bachelor at the Department of ABTP, shteyngart@yandex.ru
Doctor of technical Sciences, Professor at the Department of ABTP Begunov A.A., begunov38@mail.ru

St. Petersburg National Research
University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

This article discusses the methodological approaches to statistical and mathematical data processing measuring experiment for application in various areas of the food industry.

Keywords: statistics, experiment, food industry

В пищевой промышленности вопросы обработки данных измерительного эксперимента играют важнейшую теоретическую и прикладную роль для всей отрасли в целом. Метрологические инструменты обработки являются в данном случае ключевыми.

Устанавливаем последовательность и расчетные уравнения, используемые при обработке экспериментальных данных для решения следующих измерительных задач:

a) нахождение действительного значения физической величины по данным прямых и косвенных, однократных и многократных измерений и оценки погрешности результата измерений;

b) нахождение погрешности средства измерений и методик выполнения измерений при их метрологической аттестации;

c) прогнозирование предельных расхождений между результатами параллельных наблюдений;

d) обработка данных с учетом воздействия влияющих факторов.

e) Принятие решения на границе поля допуска, т.е. в ситуации, когда требуемая и гарантируемая значения погрешности сопоставимы.

Основу настоящих рекомендаций составили существующие нормативно-технические документы (ГОСТ 8.207-76, СТ СЭВ 543-77, МИ 1317-86, МИ 1552-86, РД 50-555-85, РДМУ 18-17-83), а также справочные материалы и литературные источники, приведенные в библиографии.

Настоящие рекомендации учитывают специфику обрабатываемых

данных и требований, предъявляемых к точности и надежности результатов измерений в пищевой промышленности и направлены на максимально допустимое сокращение и упрощение процедуры обработки данных.

ИСХОДЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящие рекомендации основаны на следующих исходных положениях:

1) Объемы выборки данных, представляемых на обработку, невелики - наибольшее значение n не превышает 40, что исключает потребность в группировании данных при обработке.

2) Результат измерения формируется в зависимости от решаемой измерительной задачи на основе:

a. единичного измеренного значения,

b. среднего арифметического значения из группы данных, полученных при повторных наблюдениях,

c. взвешенного среднего значения (общее среднее) из нескольких групп данных повторных наблюдений.

3) За показатель точности в общем случае принимают интервальную оценку полной абсолютной или относительной погрешности результата измерений.

4) Максимальная относительная погрешность значения погрешности результата измерений может составлять 25 %., что вытекает из правил (и достаточности) записи значения погрешности с одной значащей цифрой

5) Границы погрешности определяются при доверительной вероятности 0,95. Иное требует обоснования.

6) Разброс измеренных значений (случайная погрешность) подчиняется нормальному закону. Это положение принимают без специальной проверки по статистическим критериям, исходя из следующего:

a. процессы измерений, характерные для отрасли, сопряжены с большим количеством примерно равнозначных источников погрешностей,

b. на уровне значимости, соответствующем принятой доверительной вероятности, интервальные оценки погрешности мало меняются при отклонении закона распределения совокупностей данных от нормального.

7) Неисключенные остатки систематической погрешности θ распределены по равномерному закону.

8) Составляющими погрешности пренебрегают при соотношение между значением θ и СКО результата измерений S: $\theta > 0{,}5S$ – случайной и при $\theta < 5S$ –систематической.

9) Оценку погрешности устанавливают "сверху", т.е. по принципу "погрешность измерений не более ...".

10) Если данные, либо требования к их обработке не отвечают указанным положениям; то следует обращаться к соответствующим нормативным документам и другим справочным и литературным

источникам; ряд таких источников помещен в библиографическом списке к настоящим рекомендациям

11) Предусмотренную в настоящих Рекомендациях проверку данных на аномальность в случае ручной обработки можно производить, когда конкретные из них вызывают сомнение.

Список литературы:

4. Методические рекомендации по статистической обработке данных измерительного эксперимента//Научно-производственное объединение “Масложирпром”// Ленинград 1989 год

Spisok literatury:

1. Methodical recommendations about statistical data processing of measuring experiment//Scientific and production association "Maslozhirprom"//Leningrad 1989

Секция 2 «Автоматика и автоматизация производственных процессов». Статьи

УДК 65.011.56

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ СТЕРИЛИЗАТОРА

Ахметьянов Э.Ф., бакалавр каф. АБиТП, newlifeandpain@gmail.com
к. т. н., доцент каф. АБиТП Поляков Р.И., rpolyakov@mail.ru

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
Институт холода и биотехнологий

Рассмотрена актуальность необходимости создания новой системы охлаждения инфузионных растворов в стерилизаторе, с дальнейшей его автоматизацией.

Ключевые слова: автоматизация, процесс охлаждения, стерилизатор.

DEVELOP A SYSTEM TO AUTOMATE THE PROCESS OF COOLING OF THE STERILIZER

Ahmetyanov E.F. bachelor at the Department of ABTP,
newlifeandpain@gmail.com

Candidate of Engineering Sciences, docent Polyakov R.I.,
rpolyakov@mail.ru

St. Petersburg national research University of information technologies, mechanics and optics
The Institute of refrigeration and biotechnologies

The actual need for a new cooling system of infusion solutions in the sterilizer, with further automation.

Keywords: automation, process cooling, sterilizer.

В моей статье рассматривается участок охлаждения процесса стерилизации.

Основные стадии технологического процесса стерилизации:

- подготовка обслуживающего персонала, производственных помещений и технологического оборудования;
- транспортировка упаковок, подлежащих стерилизации, с участка приготовления инфузионных растворов на участок стерилизации;
- затаривание упаковок с раствором в тележки стерилизатора, загрузка тележек в корпус стерилизатора;
- стерилизация продукции орошением перегретой водой;
- охлаждение упаковок с раствором;
- выгрузка стерилизованных упаковок с раствором из тележек стерилизатора в транспортную тару;
- транспортировка стерилизованных упаковок с участка стерилизации на участок просмотра и упаковки.

Охлаждение продукта происходит в течение 20 минут после самой стерилизации до температуры 40 градусов. Циркуляция охлаждающей воды в системе осуществляется за счет насоса, защищенного тепловым реле, сигнал с которого подается на контроллер.

Используемые в качестве компонентов инфузионных растворов вещества (глюкоза, декстран, натрия хлорид, калия хлорид, кальция хлорид) определяют вредность и опасность производства.

Указанные вещества по ГН 2.2.5.1313-03, ГОСТ 12.1.005-88относятся к III - IV классам опасности. На проектируемом участке производства данные вещества присутствуют в виде водных растворов в низких концентрациях, в воздухе рабочей зоны отсутствуют и взрывопожароопасными свойствами не обладают.

Ранее для охлаждения автоклава использовалась вода из хозяйственного - питьевого водопровода, которая проходила через автоклав и, отдавая свою теплоту, сливалась в канализацию. Для уменьшения затрат на воду разработана система циркуляции воды через бак-аккумулятор с

использованием чиллера с фреоновым охлаждением. Внедрение системы циркуляции воды экономически выгодно.

Учитывая достаточно высокий уровень автоматизации автоклава, необходимо создание соответствующей системы автоматизированного управления охлаждением воды, то есть необходимо рационально разработать автоматизированную систему оперативно-диспетчерского управления с передачей информации на административный уровень и визуализацией процесса на панели оператора и на экране компьютера. Система автоматизированного управления автоклавом построена на базе контроллера и обеспечивает выполнение таких функций как управление, включение/выключение, сигнализация, автоматический останов, диагностика, автоматическое управление, дистанционное управление и так далее. Система снабжена панелью оператора, на которой отображается состояние системы охлаждения. Такая операторская панель позволяет изменить уставку, посмотреть состояние объекта, проанализировать текущее состояние, следить за поддержанием заданного режима работы, а также управлять процессом, следить за аварийными ситуациями и предотвращать их.

Предусмотрено автоматическое управление, дистанционное с панели оператора, а также ручное управление. Поддержание указанных параметров вручную с помощью оператора очень трудоёмко, так как оператору придется наблюдать за показаниями значений температур и управлять, при этом, клапанами в строго определенное время в течение рабочей смены - это приведет к быстрому утомлению оператора и снизит качество регулирования. Таким образом, автоматическое управление не только выгодно, но и облегчает работу персонала.

Создаваемая система автоматического управления охлаждением водой должна быть на том же уровне, что и система управления стерилизацией автоклава. Следовательно, система, построенная на базе релейной логики, не устраивает, т.к. не обеспечивает выполнение указанных функций в полном объеме, обладает худшей эргономикой.

Создаваемая система управления имеет возможность передачи данных в системы верхнего уровня, что позволяет легче управлять всем объектом, также вносить коррективы, следить за общим и локальным состоянием.

Список литературы:

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ-86) – М. :Энергоатомиздат, 1986.
2. Правила устройства электроустановок. ПУЭ. 2001год;

Spisok literatury:

1. Pravilaustrojstvajelektroustanovok (PUJe-86) – M. :Jenergoatomizdat, 1986.
2. Pravilaustrojstvajelektroustanovok. PUJe. 2001god;

УДК 662.638

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВНЫХ ГРАНУЛ (ПЕЛЛЕТ) ИЗ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Богатко И. А., магистр каф. АБиТП, Pellet14@mail.ru
к.т.н, доцент каф. АБиТП Добряков В.А., aiapp@mail.ru
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
Институт холода и биотехнологий

Тема доклада по исследованию технологического процесса производства топливных гранул направлена на организацию управления процессом, является актуальной для нашего региона. В материалах доклада использована информация, накопленная в процессе подготовки выпускной работы.

Ключевые слова: Древесные опилки, щепа, отходы производства фанеры, горбыль, рейки, отторцовки, балансы, кора.

THE STUDY OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRODUCTION OF FUEL PELLETS FROM WASTE WOOD PROCESSING ENTERPRISES

Bogatko I. A., master at the Department of ABTP, Pellet14@mail.ru
Candidate of Engineering Sciences, docent Dobryakov V.A., aiapp@mail.ru

St. Petersburg national research University of information technologies, mechanics and optics
The Institute of refrigeration and biotechnologies

The topic of the report on the study of the technological process of production of fuel pellets focused on the organization of the management process is relevant to our region. In the materials of the report used the information collected in the preparation of the final work.

Key words: Sawdust, wood chips, waste veneer, slabs, rods, trimmings, pulpwood, bark.

1. Что сегодня представляют собой древесные отходы для большинства предприятий деревопереработки?

1.1. Это основной вид продукции, т.к. обычно в отходы уходит более 50% начального количества сырья.

1.2. Это постоянные непроизводственные расходы, т.к. хочешь – не хочешь, а нужно тратить деньги как минимум на их вывоз с территории предприятия.

1.3. Это постоянная "головная боль", т.к. все время нужно заботиться о транспорте и о том, куда эти отходы вывозить. Самая существенная часть отходов – опилки и стружки. Стружки обычно сухие, поэтому с ними у некоторых предприятий проблем нет, особенно зимой. Их берут для отопления, а сельскохозяйственные предприятия – на подстилку животным. Т.е. стружки иногда можно даже продать, но по-прежнему – главная проблема – нестабильность вывоза с предприятия. С опилками все обстоит ещё намного хуже, потому что они влажные. Чаще всего предприятиям приходится нанимать транспорт (собственный держать для этого тоже не выгодно) и вывозить опилки, опять же вопрос – куда? Некоторые исхитряются сжигать их прямо на территории предприятия. Во всех этих случаях предприятия несут ощутимые затраты и рискуют попасть под довольно серьезные санкции соответствующих контролирующих организаций.

2. Что же еще можно делать с древесными отходами? Ответ очевиден – их нужно прессовать. Прессование, во-первых, решает две большие проблемы: а) в 4…6 раз сокращает транспортные расходы за счет сокращения объема отходов; б) убирает из отходов воду, КПД сжигания при этом увеличивается с ~30% до максимально возможного и ограниченного только возможностями теплового агрегата. Оба эти фактора в результате дают 1 тонну гранул или брикетов из 7…8 м3 опилок. Во-вторых, и самое главное – в результате из "головной боли" получаем продукт с минимальной ценой реализации 80 Евро/тонна (без учета НДС) и рентабельностью более 50%. А теперь представьте себе, что качественные гранулы, расфасованные в мешки по 10 … 16 кг, в Европе продаются по цене, доходящей до 250 Евро/тонна, а оптовая цена на гранулы в "Биг-Бэгах" доходит до 150 Евро/тонна, брикетов на поддонах – до 180 Евро/тонна. Все цены – без НДС. Возникает вопрос: почему покупатели платят такие деньги, а не топят печи, к примеру, дровами? Ответ прост, как все гениальное – дровами (углем и т.п.) нельзя отапливать в автоматическом режиме, а гранулами и брикетными шайбами – можно! Не только в Западной Европе, но уже и в Прибалтике, Белоруссии и России серийно выпускаются котлы, работающие на топливных (древесных, торфяных и т.д.) гранулах. Что касается Европы – древесные гранулы (там они называются "pellets" – пеллеты) она закупает для электростанций уже не сотнями тысяч, и миллионами тонн. Цена 2012 года на промышленные гранулы (т.е. низкого качества) – 90 Евро/тонна (без НДС). Почему я везде добавляю "без НДС"? Потому что при экспорте, Вы знаете, его нет. Т.е. уплаченный при затратах налог подлежит возврату, рентабельность при этом увеличивается еще на 8…10%.

Топливные гранулы - это спрессованные частицы растительного происхождения, имеющие форму цилиндров диаметром до 25 мм. В

английском языке есть слово "гранулированный", но отсутствует слово "гранулы", поэтому в Америке и Европе их называют "pellets", что переводится на русский язык как "шарики". Топливные гранулы могут быть изготовлены из древесины, тростника, торфа, куриного помета, энергетической травы, лузги, соломы, лигнина, костры льна и многих других видов растительного сырья, а также из мусора. Наибольшее распространение получили древесные гранулы (woodpellets) и торфяные гранулы (peatpellets), а также гранулы из соломы и лузги подсолнечника. Топливные гранулы являются возобновляемым топливом, поэтому наряду с брикетами, дровами, щепой ("woodchips"), соломой, лузгой и т.п. их часто называют "биотопливом" ("biofuel") или твёрдым биотопливом ("solidbiofuel").

Использование пеллет в качестве топлива занимает лидирующее положение благодаря большому количеству их неоспоримых достоинств. Главным из этих достоинств является возможность полной автоматизации процесса горения. Данное качество стало главной движущей силой в процессе бурного развития систем автономного отопления загородных домов и дачных домиков. В настоящее время производство автоматических котлов, работающих на топливных гранулах, во многих Европейских странах поставлено на промышленную основу. Модельный ряд представлен несколькими десятками вариантов – любой мощности и на любой вкус. С некоторым запозданием, но этот процесс начался и в России – производство таких агрегатов налажено в Санкт-Петербурге. Нами уже осуществлен перевод нескольких угольных котельных на отопление древесными гранулами.

Чтобы получить качественные топливные гранулы, необходимо выполнить 3 основных условия: использовать качественное оборудование, строго соблюдать технологию производства, и использовать качественное сырье. Ниже перечислены требования к качественному сырью:

Должно быть от хвойных и мягких лиственных пород древесины (лиственных пород желательно не более 50% общего количества).

Должно содержать минимальное количество коры (хорошо – не более 5%, желательно – не более 1%), т.к. увеличение количества коры приводит к увеличению зольности гранул.

Не должно быть старым (пролежавшим более 1 года), т.к. у гранул получается меньшая энергетическая ценность.

Влажность перед прессованием должна быть в пределах 12-14%, т.к. при большей влажности гранулы получаются менее прочными, и остаточная влажность после охлаждения может быть выше нормы, у таких гранул меньшая энергетическая ценность и, следовательно, цена.

После изготовления качество гранул необходимо сохранить. Для этого необходимо:

- Исключить возможность попадания в них влаги.
- Свести к минимуму деформирующие нагрузки.

Поэтому лучше всего гранулы хранить в закрытых мешках, на поддонах.

Внешний вид качественных древесных гранул: поверхность должна быть блестящей, гладкой, без трещин и вздутий; цвет не должен быть серым; запах - легкий сладковатый запах клея (у гранул изготовленных из других материалов эти характеристики могут быть совершенно другими).

В зависимости от начальной влажности и размеров частиц сырья существуют различные технологические схемы производства топливных гранул. По этой причине мы делим их на 4 основные категории.

Технология производства топливных гранул из сухого измельченного сырья

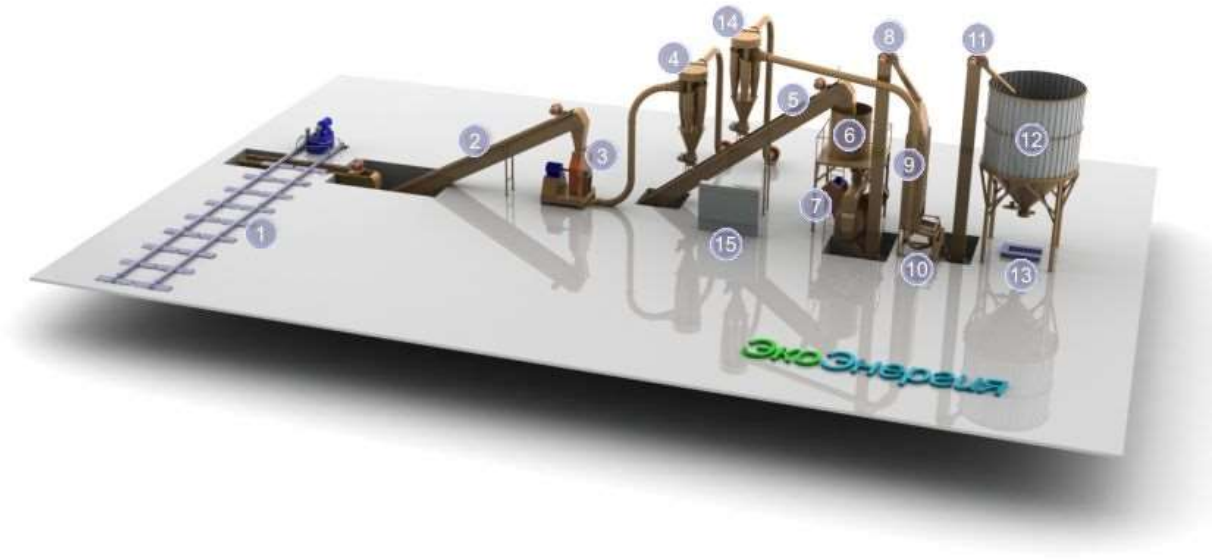


Рисунок 1. Технологическая схема производства топливных гранул из сухого измельченного сырья

По этой технологической схеме можно производить топливные гранулы из сухих мелких древесных отходов (опилок, стружек), лузги подсолнечника и сухой измельченной соломы (последнее возможно не более 3 месяцев в году).

Характеристики сырья: влажность – до 15%, размер частиц: стружек – до 50х25х3 мм, соломы – до 100х5х5 мм.

Высушенное и предварительно измельченное растительное сырье подвозится автотранспортом (либо погрузчиком) и ссыпается на механизированный склад “подвижный пол” (1). Стокеры подвижного пола имеют гидравлический привод и под его действием совершают возвратно-поступательные движения. Лопатки (“крылья”) стокеров имеют клиновидную форму, поэтому при движении стокеров сырье с регулируемой скоростью подачи направляется к цепному (скребковому) или ленточному

транспортеру (2), далее сырье подается в пневмосепаратор (не показан). В нем от сырья отделяется камни и т.п. примеси, которые попадают в переносной контейнер (не показан), а сырьё через самотёк попадает в молотковую мельницу (3), где происходит его измельчение до фракции, пригодной для гранулирования. Из дробилки сырье засасывается в осадочный циклон (4) под действием разряжения, создаваемого вентилятором (б/н на заднем плане). В циклоне сырье за счет центробежной силы отделяется от воздуха и через шлюзовой затвор попадает в промежуточный транспортер (5) и далее - в бункер гранулятора (6) (при установке циклона непосредственно на бункере гранулятора промежуточный транспортер не нужен). Внутри бункера гранулятора находится устройство, препятствующее слеживанию муки. Из бункера мука подается шнековым питателем с регулируемой скоростью подачи в смеситель пресса, сюда же от подается пар либо вода. В смесителе происходит кондиционирование продукта, т.е. доведение влажности муки до уровня, необходимого для процесса гранулирования. Из смесителя увлажненная мука через отделитель ферромагнитных примесей выводится в пресс - гранулятор (7). В камере прессования мука затягивается между вращающейся матрицей и прессующими вальцами и продавливается в радиальные отверстия матрицы, где под действием большого давления происходит формирование гранул. Выдавленные из отверстий гранулы наталкиваются на неподвижный нож и обламываются. Обломанные гранулы падают вниз и через рукав кожуха выводятся из пресса. Гранулы, выходящие из пресса, имеют высокую температуру и непрочны, поэтому они транспортируются норией (8) в охладительную колонку (9). Здесь через слой гранул вентилятором циклона (14) всасывается воздух, который охлаждает гранулы и одновременно отсасывает часть несгранулированной муки в циклон. В процессе охлаждения влажность гранул уменьшается за счет испарения влаги, и в гранулах происходят физико-химические изменения. В результате они приобретают необходимую твердость, влажность и температуру. Из охладительной колонки, по мере ее наполнения, гранулы поступают на сортировку (10), где происходит отделение кондиционных гранул от крошки. Гранулы выводятся через выгрузную горловину и подаются на норию готовой продукции (11), а крошка отсасывается в циклон (14) и далее направляется вместе с мукой на повторное прессование. Норией готовой продукции гранулы подаются в бункер готовой продукции (12), под которым установлены палетные весы (13). Органы управления работой линии расположены в электрошкафах (15).

Технология производства топливных гранул из влажного измельченного сырья

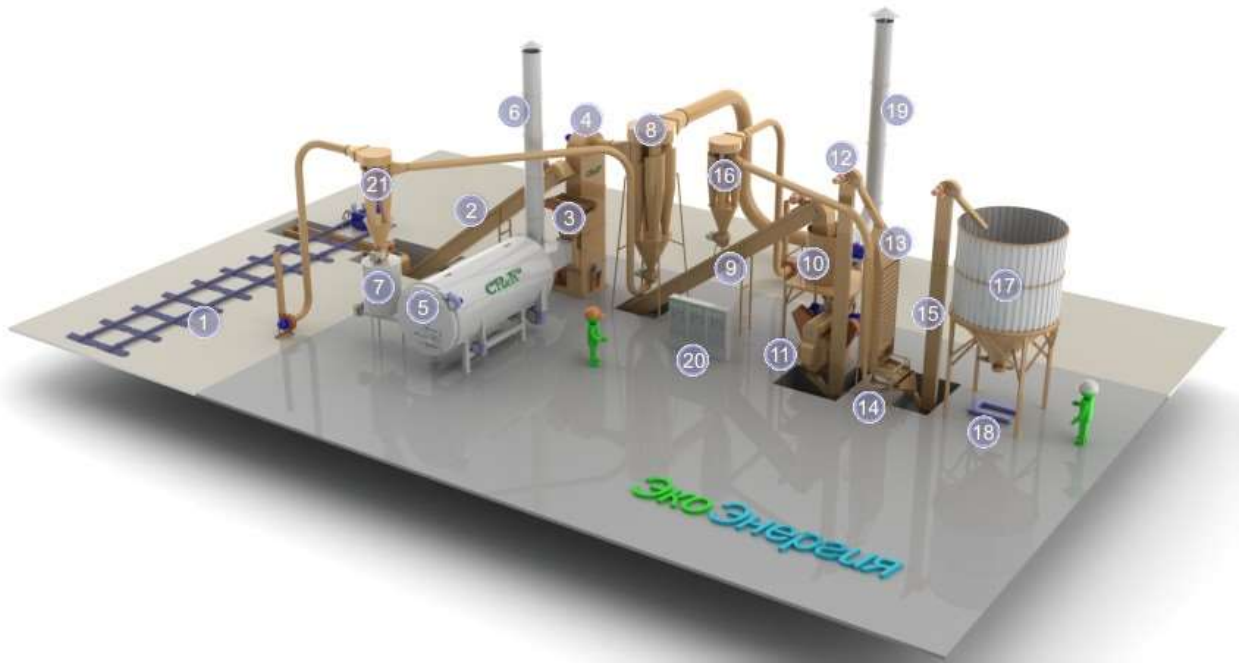


Рисунок 2. Технология производства топливных гранул из влажного измельченного сырья

По этой технологии можно производить топливные гранулы из влажных мелких древесных отходов (опилки, стружки, щепа), куриного помета с подстилкой, фрезерного торфа, лигнина, навоза (после ферментации), костры льна и сортированных твердых бытовых отходов (ТБО).

Характеристики сырья: влажность – до 65%, размер частиц – до 50х25х10 мм.

Сырьё подвозится автотранспортом (либо погрузчиком) и ссыпается на механизированный склад “подвижный пол” (1). Стокеры подвижного пола имеют гидравлический привод и под его действием совершают возвратно-поступательные движения. Лопатки (“крылья”) стокеров имеют клиновидную форму, поэтому при движении стокеров сырье с регулируемой скоростью подачи направляется к цепному (скребковому) транспортеру (2), далее сырье подается на дисковый сепаратор (3). На нем от сырья отделяется камни, коренья и т.п. примеси, которые попадают в переносной контейнер (на схеме не показан), а сырьё через самотёк попадает в загрузочную секцию Агрегата Сушки-измельчения (4). Сюда же подаются продукты горения из теплогенератора (5) (подробнее – в статье «Технология сжигания биомассы») и засасывается холодный атмосферный воздух через аварийно-растопочную трубу (6). Первоначально смешиваются продукты горения и холодный воздух, пропорция смешивания регулируется автоматически, что обеспечивает поддержание заданной температуры теплоносителя. Затем теплоноситель смешивается с влажным сырьем и засасывается в Агрегат Сушки-измельчения (4). В нем сырье измельчается и затем высушивается, поднимаясь в потоке теплоносителя к динамическому

классификатору, находящемуся в головной секции Агрегата Сушки-измельчения. Динамический классификатор, частота которого задаётся с пульта управления (20), пропускает мелкое и сухое сырье, а крупные и влажные частицы сырья возвращает к ротору Агрегата, этот процесс повторяется до получения необходимой влажности и степени измельчения сырья (подробнее – в статье «Технология сушки-измельчения»). Измельчённое и высушенное сырьё (с этого момента его принято называть мукой) засасывается в осадочный циклон (8) за счет разряжения, создаваемого дымососом (не виден). В циклоне мука осаждается за счет центробежной силы и двигается вниз, а отработанный теплоноситель выбрасывается в дымовую трубу (19). Из циклона мука через шлюзовой затвор подаётся в шнековый или цепной транспортер (9), далее поступает в бункер гранулятора (10). Внутри бункера находится устройство, препятствующее слеживанию муки. Из бункера мука подается шнековым питателем с регулируемой скоростью подачи в смеситель (кондиционер) пресса, сюда же подается вода (либо пар). В смесителе происходит кондиционирование продукта, т.е. доведение влажности муки до уровня, необходимого для процесса гранулирования. Из смесителя увлажненная мука через отделитель ферромагнитных примесей выводится в пресс-гранулятор (11). В камере прессования мука затягивается между вращающейся матрицей и прессующими вальцами и продавливается в радиальные отверстия матрицы, где под действием большого давления происходит формирование гранул. Выдавленные из отверстий гранулы наталкиваются на неподвижный нож и обламываются. Обломанные гранулы падают вниз и через рукав кожуха выводятся из пресса (подробнее – в статье «Технология гранулирования»). Гранулы, выходящие из пресса, имеют высокую температуру и непрочны, поэтому они транспортируются норией (12) в охладительную колонку (13). Здесь через слой гранул вентилятором циклона (16) всасывается воздух, который охлаждает гранулы и одновременно отсасывает часть несгранулированной муки в циклон. В процессе охлаждения влажность гранул уменьшается за счет испарения влаги, и в гранулах происходят физико-химические изменения. В результате они приобретают необходимую твердость, влажность и температуру. (подробнее – в статье «Технология охлаждения»). Из охладительной колонки, по мере ее наполнения, гранулы поступают на сортировку (14), где происходит отделение кондиционных гранул от крошки. Гранулы выводятся через выгрузную горловину и подаются на норию готовой продукции (15), а крошка отсасывается в циклон (16) и далее направляется вместе с мукой на повторное прессование. Норией готовой продукции гранулы подаются в бункер готовой продукции (17). Под этим бункером расположены электронные весы (18), а на стойках бункера имеются крючки для вывешивания мешка (Биг-Бэга). Заполненные мешки погрузчиком или гидравлической тележкой транспортируются на склад готовой продукции.

Теплогенератор в данной схеме может загружаться топливом как в ручном (через дверцу), так и в автоматическом режиме - из бункера топлива (7) (подробнее об экономике данного выбора). Пополнение бункера топлива происходит автоматически за счет возврата части муки от осадочного циклона (8) системой пневмотранспорта (21). Опционально бункер топлива может пополняться дополнительным транспортером с отдельного склада топлива.

Список литературы:

1. Мировски А., Ланге Г., Елень И. "Материалы **для** проектирования котельных и современных систем отопления".
2. Электронный источник: http://www.granula.ru/

Spisok literatury:

1. Mirowski, A., Lange,, Elen I. "Materialy dlya proektirovaniya kotelnyh i sovremennyh sistem otopleniya".
2. Electronnyi istochnik: http://www.granula.ru/

УДК 62-52

РЕГУЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НОРМАЛИЗАЦИИ ФИЗИОЛОИГЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Болотов М.А., магистр каф. АБиТП, bolotov-maksim@inbox.ru
к.т.н., с.н.с., зав. кафедрой АБиТП Иванов В.Л., vniig-audit@mail.ru

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
Институт холода и биотехнологий

Мир современных технологий становится с каждым днём всё более разнообразным. Тяжелую и опасную работу выполняют машины, новые технологии и научные достижения в настоящее время удивительны и уникальны. Появилась возможность проектировать устройства, позволяющие вести контроль и наблюдение за физическими и психофизиологическими процессами в организме человека.

Ключевые слова**:** автоматизация, контроль, физиологические процессы, обработка информации.

CONTROL OF THE PHYSICAL ENVIRONMENTAL PARAMETERES FOR THE NORMALIZATION OF PHYSIOLOGICAL PERSON'S STATE

Bolotov M.A., master at the Department of ABTP, bolotov-maksim@inbox.ru
Candidate of Engineering Sciences, Senior Research Officer Ivanov V.L., vniig-audit@mail.ru

St. Petersburg National Research
University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

World of the new technologies become every day more different. The most dangerous and hard work is being done by robots. New technologies and scientific achievements are wonderful and unique. As a part of life safety it's expedient to design a device which will be able to conduct monitoring and control of physical and psycho-physiological processes in the human body. Now it's possible to create this device based on the modern technologies of reading and processing information.

Keywords: new technologies, control of physiological processes, monitoring of the psycho-physiological processes, the information processing technologies.

Мир новых технологий разрастается с каждым днём всё больше и больше. Тяжелую и опасную работу выполняют машины, чтобы не подвергать опасности здоровье и жизни людей. Но на этом нельзя останавливаться.

Многие учёные всерьез начинают задумываться о будущем людского населения. Согласно Уорвику, своим господством на Земле мы, люди, обязаны интеллекту. Число нейронов в головном мозге человека достигает 100 миллиардов, что значительно больше, чем у животных. Но в отличие от медленного темпа роста интеллектуального развития людей, вычислительная мощность машин возрастает в двое каждые полтора года согласно закону Мура. Поэтому недалёк тот момент, когда они перегонят нас в своём интеллектуальном развитии.

В апреле 2006 года в кожу человека была вживлена микросхема. С того времени резко возросло число различных модификаций, доработок и экспериментов в данной области.

На сегодняшний день стало более чем возможным вживлять микросхемы под кожу человека и даже связывать их с процессами мозговой деятельности.

Ряд инноваций в данной области позволяет применять имплантаты – микросхемы в различных медицинских целях. Как например, специалисты кампании «imec» придали микросхеме свойства человеческой кожи, что может позволить не только легче вживлять микросхему под кожу, но и значительно уменьшить дискомфорт человека при ношении. Ещё один пример – биоразлагаемые микросхемы, способные практически бесследно исчезнуть внутри тела. Полное исчезновение всех элементов микросхемы

происходит за 70 дней. Единственное что остаётся от имплантата – это несколько не видимых невооружённым глазом контактов благородных металлов. Такие микросхемы позволят обследовать человека на ряд заболеваний, а так же контролировать заживление ран в течение времени, передавая информацию на сканер.

В рамках безопасности жизнедеятельности целесообразно проектирование устройства, позволяющего вести контроль и наблюдение за физическими процессами в теле человека и желательно неинвазивными методами. Миниатюрное устройство, архитектура которого может быть построена на блочно-модульном принципе, в виде ремешка от наручных часов с устройством ввода-вывода и управления (сенсорный дисплей). Такой прибор может вести контроль за давлением и температурой организма человека, проводить качественный и количественный анализ различных веществ в крови, контролировать уровень сахара в крови у диабетиков и впрыскивать инсулин(инвазивно), а также измерять её вязкость. Это очень сильно облегчит работу врачей, поскольку изменения физического состояния можно будет наблюдать в динамике. Прибор также следует оснастить внешним портом для подключения ряда устройств: таких как миниатюрные аналоги хроматографа, для ряда различных веществ, обеспечивающие анализ качественного состава крови; устройства забора крови на детальный анализ в медицинских учреждениях; порт для подключения внешних информационных носителей с возможностью записи динамики изменений физических процессов в человеке и их отношение к изменениям физических внешних воздействий таких как, влажность, температура, давление; специализированное устройство для быстрого введения внутривенных инъекций.

Устройство должно быть оснащено возможностью беспроводной передачей данных. Это позволит соединиться прибору с внешними устройствами, отвечающими за охлаждение, отопление, вентиляцию, увлажнение и регулировать физические внешние параметры среды помещения в автоматическом режиме.

Такое устройство станет широко использоваться в медицине за уходом лежачих больных или инвалидов, которым тяжело перемещаться.

Устройство может иметь несколько режимов управления: индикаторный (следящий), автоматический (с регулированием изменений внешних воздействий) и комбинированный (с возможностью регулировать часть внешних воздействий, в то время, как ряд возмущений будет отображаться в индикаторном режиме).

Регулирование окружающего микроклимата происходит благодаря сбору информации, её анализу, построении передаточных функций для каждого управляемого параметра и создание ряда моделей для нахождения оптимальных значений параметров среды. С аппаратной точки зрения, такое устройство должно обладать процессором с высокой вычислительной мощностью, поскольку подсчет передаточных функций и вывод графиков

иногда нужно будет осуществлять в интенсивной динамике. К тому же, высокая вычислительная мощность процессора позволит вычислять больше переменных, а значит совершенствовать данный чип. С изготовлением подобных устройств открываются новые области для ведения научных разработок.

Для обеспечения больших внедрений и улучшений подобных устройств, ведутся разработки сразу в нескольких направлениях:

1) Разработка материалов изготовления, экологически чистых и безвредных для человеческого тела. Создание новых соединений, не вступающих в реакцию со средой, приближённой к человеческой;

2) Разработка программного обеспечения;

3) Автоматизация работы программного и аппаратного обеспечения;

4) Миниатюризация. Уменьшение габаритных размеров самих устройств. Применение принципа программирования логических соединений, а не коммутационных элементов;

5) Информационная безопасность. Создание защитных механизмов против взлома программ и шпионажа;

Данное устройство может применяться не только в больницах и клиниках, но и на военных операциях, поскольку такое устройство мобильно и многофункционально. Помимо прочего, это устройство можно применять для быстрого определения параметров определённой среды на местности, поскольку такой прибор можно будет подключать к различным устройствам анализации сред.

Современные разработки в области кибернетики и робототехники достигают удивительного, порой, невероятного прогресса. Они дают всему человечеству шанс не только сделать свою жизнь легче, безопаснее и длиннее, но и подняться на новую ступень эволюционного развития.

Список литературы:

1. Новости зарубежной электроники: [сайт]. [2014]. URL: http://rosrep.ru/foreign/index.php?ELEMENT_ID=2687&SECTION_ID=81

2. Популярная механика [сайт]. [2014]. URL: http://www.popmech.ru/adrenalin/5421-mikroskhema-pod-kozhu-tyuning-cheloveka/

Spisok literaturyi:

1. Novosti zarubezhnoy elektroniki: [sayt]. [2014]. URL: http://rosrep.ru/foreign/index.php?ELEMENT_ID=2687&SECTION_ID=81

2. Populyarnaya mehanika [sayt]. [2014]. URL: http://www.popmech.ru/adrenalin/5421-mikroskhema-pod-kozhu-tyuning-cheloveka/

УДК 658.5.012.7

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ АДАПТАЦИИ РЕЖИМОВ МОЙКИ МОЛОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ К ВНЕШНИМ ВОЗМУЩЕНИЯМ

Грахольская Т. А., магистр каф. АБиТП, graholskaya.tanya@mail.ru
к.т.н., доцент каф. АБиТП Лазарев В.Л., holod25@yandex.ru

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
Институт холода и биотехнологий

Достижение максимального качества мойки молочного оборудования требует исследования данного процесса с целью адаптации его к внешним возмущающим воздействиям.

Ключевые слова: мойка, качество, адаптация, внешние возмущения.

STATEMENT OF THE ADAPTATION PROBLEM OF THE MILK EQUIPMENT CLEANING REGIMES TO EXTERNAL PERTURBATIONS

Graholskaya T. A., master at the Department of ABTP,
graholskaya.tanya@mail.ru
Candidate of Engineering Sciences, docent Lazarev V.L.,
holod25@yandex.ru

St. Petersburg national research University of information technologies, mechanics and optics
The Institute of refrigeration and biotechnologies

Achievement of the maximal quality of the milk equipment cleaning is required investigation of this process to adaptation it to external perturbations.

Key words: cleaning, quality, adaptation, external perturbations

Причиной выпуска скоропортящейся продукции часто является некачественная мойка оборудования и тары. Поэтому при производстве высококачественных и безопасных продуктов необходимо уделять огромное внимание вопросам производственной санитарии и гигиены на предприятии.

Очень важную роль играет применение рациональных режимов мойки оборудования.

Вопрос качественной организации процесса мойки оборудования особенно актуален на предприятиях молочной промышленности.

При обработке молока в оборудовании, применяемом для этих целей, остаютсязагрязнения в виде остатков сырья, молочных продуктов и осадка

(пригара), состоящие из белков, жиров, фосфатидов, комплексов денатурированных сывороточных белков с минеральными составляющими (молочного камня) и др. Молоко, состоящее в основном из белка и жира, является хорошей средой для образования и развития многих микроорганизмов. Поселяясь на поверхности оборудования, они вызывают вторичное обсеменение молока патогенной микрофлорой, что, в свою очередь, приводит к быстрой порче молочных продуктов.Именно поэтому строгое соблюдение правил санитарной гигиены, а также тщательная мойка и дезинфекция молочного оборудования являются обязательными условиями любых производственных процессов, связанных с переработкой молока.

От правильной организации проведения процесса мойки зависит качество и безопасность изготавливаемого молочного продукта, его срок годности, срок службы молочного оборудования, а также экономный расход теплоносителей, воды и моющих средств.

В настоящее время разработаны системы безразборной мойки (CIP, от английского – CleaningInPlace) для автоматической очистки оборудования и трубопроводов. Такая система мойки имеет ряд преимуществ перед мойкой, осуществляемой в ручном режиме:

- безопасность обслуживания (обслуживающий персонал не должен чистить емкости и резервуары самостоятельно и не вступает в контакт с сильнодействующими чистящими средствами)

- сокращение времени на проведение мойки оборудования и трубопроводов, а соответственно уменьшение времени простоя оборудования;

- экономия на обслуживающем персонале;

- эффективное расходование моющих средств благодаря использованию программного обеспечения (применение централизованной безразборной мойки позволяет сократить расход концентрированных моющих средств до 20%);

- и главным достоинством такой системы мойки является стабильное высокое качество процесса мойки в сравнении с ручной мойкой благодаря более детальному контролю за параметрами процесса.

Для достижения качественной мойки требуется поддерживать основные параметры этого технологического процесса: температуры моющих средств, их концентрацию, температуру промывной воды, время циркуляции растворов и время ополаскиванияводой.

Мойка проводится после окончания каждого технологического цикла. Сам процесс мойки молочного оборудования включается в себя:

- Удаление остатков молока из оборудования, предварительное ополаскивание теплой водой. Мойка молочного оборудования выполняется только теплой водой – холодная вызывает затвердевание жира, а также оседание других веществ, содержащихся в молоке.

- Циркуляция горячего щелочного раствора, с целью удаления жиров и белков. Затем ополаскивание оборудования теплой водой до полного удаления остатков щелочи.

- Циркуляция горячего кислотного раствора для удаления минеральной части молочного камня и окончательное ополаскивание до полного вымывания кислоты.

- Далее следует процесс дезинфекции оборудованиядля инактивации бактерий.

Во время проведения мойки оборудования на параметры этого процесса могут оказывать влияние различные внешние возмущающие воздействия. Например, при понижении температуры окружающей среды значения температур моющих средств и промывной воды могут отклоняться от заданных. Это соответственно может привести к низкому качеству процесса мойки.

Поэтому возникает необходимость исследования процесса мойки молочного оборудования с целью разработки системы адаптации режимов мойки к внешним возмущающим воздействиям, при которых программа мойки будет изменять циклы таким образом, чтобы компенсировать отклонения, вызванные возмущающими воздействиями.

Эффективность и скорость мойки повышается с увеличением температуры моющего раствора. Это объясняется тем, что с повышением температуры возрастает физико-химическая активность раствора, улучшается массообмен между загрязнениями и моющими растворами, снижается поверхностное натяжение на границе раздела моющий раствор – загрязнение, усиливается турбулентность моющего раствора. В свою очередь концентрация моющего раствора находится в обратно пропорциональной зависимости от температуры, то есть с повышением температуры необходимопонижать концентрацию моющего раствора. А от концентрации моющего раствора зависит продолжительность мойки. К этим параметрам также применима обратно пропорциональная зависимость. Циркуляцию моющего агента необходимо сокращать при повышении его концентрации.

Поскольку данные адаптационные соотношения легко выражаются линейнымизависимостями, то для их исследования возможно применение различных программных пакетов для обработки данных.

Список литературы:

1. Ю. Г. Стегаличев, В.А. Балюбаш, В.Н. Замарашкина. Технологические процессы пищевых производств. Структурно – Параметрический анализ объекта управления, Ростов – на – Дону, Санкт – Петербург «Финикс»2006.

2. Карпин, Е.Б. Автоматизация технологических процессов пищевых производств / Е.Б. Карпин. М., 1985.

3. В. В. Митин, В. И. Усков, Н. Н. Смирнов. Автоматика и автоматизация производственных процессов мясной и молочной

промышленности: [Учеб. для мех. и технол. спец. вузов пищ. пром-сти] 239, с. ил. 22 см, М. Агропромиздат 1987.

4. Stanga M. Sanitation: Cleaning and Disinfection in the Food Industry. Wiley-VCH, Weinheim, 2010. — 589 pages, ISBN: 3527326855

Spisok literatury:

1. Stegalichev, V.A. Balyubash, V.N .Zamarashkin.Tehnologicheskie process pischevyh proizvodstv. Structurno-parametricheskii analiz obiekta upravleniya, Rostov - na - Dony, Sanct - Peterburg "Finiks" 2006.

2. Karpin, E.B. Avtomatizatsiyatehnologicheskihprocessovpischevyhproizvodstv/ E.B. Karpin. M., 1985.

3. V.V. Mitin, V.I. Uskov, N.N. Smirnov. Avtomatika I avtomatizatsiya proizvodstvennyh processov myasnoi I molochnoi promyshlennosty:[Ycheb. Dlyameh. itehnol.spec. Vuzovpisch. prom-sti] 239, s. il. 22 sm, M. Agropromizdat 1987.

4. Stanga M. Sanitation: Cleaning and Disinfection in the Food Industry. Wiley-VCH, Weinheim, 2010. — 589 pages, ISBN: 3527326855

УДК 534-8: 65.011.56: 663.126

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ

Гречишникова А.С. бакалавр каф. АБиТП, nasta165921@mail.ru
Громцев А.С. ст. преподаватель каф. ТМиО, aleex_g@mail.ru
Назарова В.В. ст. преподаватель каф. АБиТП, vvnazarova@yandex.ru

Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет Информационных Технологий, Механики и Оптики
Институт Холода и Биотехнологий

Выращивание дрожжей является одним из основных этапов в производстве хлебопекарных дрожжей.

Предлагается использовать ультразвук для совершенствования управления процесса производства хлебопекарных дрожжей.

Внедряемые автоматические системы регулирования должны обеспечивать как местное, так и дистанционное управление, и наблюдение за работой аппаратов.

Предложенный способ воздействия на суспензии прессованных дрожжей позволяет регулировать: технологический процесс производства хлебопекарных дрожжей; время разведения дрожжей; количество

производимых дрожжевых клеток; сократить возможные техногенные риски при производстве.

Ключевые слова: ультразвук, хлебопекарные дрожжи, автоматизация.

THE USE OF ULTRASOUND TO IMPROVE THE MANAGEMENT OF PRODUCTION PROCESS OF BAKER'S YEAST

Grechishnikova A.S. bachelor at the Department of ABTP,
nasta165921@mail.ru
Senior lecturer at the Department of TME Gromtsev A.S., aleex_g@mail.ru
Senior lecturer at the Department of ABTP Nazarova V.V.
vvnazarova@yandex.ru

St. Petersburg National Research
University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

Cultivation of the yeast is one of the basic stages in the production of the bakery yeast. It is suggested to develop the technology of the bakery yeastproduction regulation using an ultrasound device.The injecting automatic control systems should ensure both local and remote control and monitoring of the devices.

Recommended method of the compressed yeast suspension processing allows to adjust: thetechnological process of the bakery yeast production by reducing their fermentative activity; the time of theyeast reproduction; the amount ofthe producedyeast cells; and it allows to decrease the potential industrial risks in the production.

Keywords: ultrasound, bakery yeast, automatization.

Дрожжи хлебопекарные являются одним из основных используемых компонентов в производстве хлебобулочных изделий.

Технологическая и функциональная роль дрожжей заключается в биологическом разрыхлении теста диоксидом углерода, выделяющимся в процессе спиртового брожения, придании тесту определенных реологических свойств, а также образовании этанола и других продуктов реакции, участвующих в формировании вкуса и аромата хлебобулочных изделий. [1,2]

Выращивание дрожжей является одним из основных этапов в производстве хлебопекарных дрожжей. Выращиванием дрожжей называют процесс размножения клеток дрожжей, когда из небольшого количества засеваемых в питательную среду клеток постепенно получают большое количество дрожжей. [3]

Основными параметрами, требующими местного и дистанционного контроля, а также автоматического регулирования, является температура, кислотность.

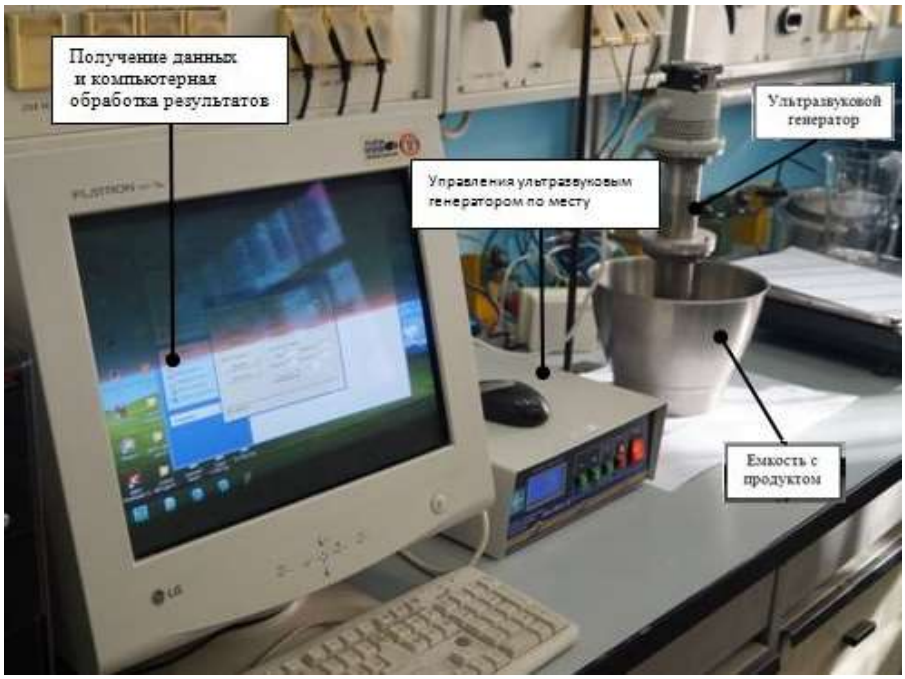


Рисунок 1 - Внешний вид экспериментальной установки для исследования влияния ультразвука на процесс культивирования хлебопекарных дрожжей.

Практическое применение ультразвука развивается в двух направлениях: Первое, применение волн малой интенсивности для контроля, измерений, исследований внутренней структуры материалов и изделий (уровнемеры, расходометры, анализаторы состава газов, жидкости и твердых веществ, дефектоскопы) [4]. Второе, применение высокоэнергетических колебаний – волн высокой интенсивности – для активного воздействия на вещества и изменения их структуры и свойств [5].

Известно, что обработанные ультразвуком пищевые растворы, эмульсии, суспензии и отвары в течение некоторого времени после обработки остаются стерильными. [6]

Предлагается использовать ультразвук для совершенствования управления процесса производства хлебопекарных дрожжей.

Дрожжевую суспензию готовят из дрожжей хлебопекарных прессованных, сахара и воды, взятых в определенных пропорциях. В лабораторную установку с ультразвуковым устройством марки «Волна-М», разработанную авторами, помещают подготовленную дрожжевую суспензию и обрабатывают ее в установке с плотностью звуковой энергии $15 \cdot 10^3$-$20 \cdot 10^3$ кДж/м^3, разными частотами от 30±1,0 до 50±1,0 кГц в течение 30сек. После обработки дрожжевую суспензию используют в приготовлении теста (рис.1.).

Таблица 1 - Результаты эксперимента.

Показатели	Контроль	Эксперимент 1	Эксперимент 2	Эксперимент 3
Частота ультразвуковых колебаний, кГц	-	22±1,65	22±1,65	22±1,65
Мощность, ВА	-	30	40	50
Интенсивность ультразвукового воздействия, Вт/см², не менее	-	10	10	10
Время обработки, с	-	30	30	30
Время всплывания шарика, мин	14	8	21	36
Количество CO^2, г за 24 ч	0,89	1,01	0,64	0,26

Как видно из таблицы, наиболее эффективной является обработка ультразвуком в установке с плотностью звуковой энергии $15 \cdot 10^3$-$20 \cdot 10^3$ кДж/м^3, частотой 30±1,0 кГц в течение 30 сек.

Предложенный способ обработки суспензии прессованных дрожжей позволяет регулировать: технологический процесс производства хлебопекарных дрожжей; время разведения дрожжей; количество производимых дрожжевых клеток; сократить возможные техногенные риски при производстве.

Список литературы:

1. Новаковская С.С. Производство хлебопекарных дрожжей: Справочник/ С.С. Новаковская, Ю.И. Шишацкий. М.: Агропром-издат, 1990 - 335 с.

2. Справочник по производству хлебопекарных дрожжей./ С.С. Новаковская, Ю.И. Шишацкий. М.: Пищ. пром-сть, 1980. -375 с.

3. Фараджиева Е.Д., Болотова Н.А. Производство хлебопекарных дрожжей. Практическое руководство. СПб.: Изд. «Профессия», 2002.- 167 с.

4. Радж Балдаев Применения ультразвука. [Текст] / Р. Балдаев, В. Раджен-дран . – М.: Издательство Техносфера, Паланичами, 2006. – 576 с.

5. Новицкий Б.Г. Применение акустических колебаний в химико-технологических процессах (Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии) [Текст] / Б.Г. Новицкий. – М.: Химия, 1983. – 192 с.

6. Новые технологии в дрожжевой промышленности / Г. Е. Бебнева, А.Д. Петрунина // Обз. инф. АгроНИИТЭИпищепрома. Спиртовая, дрожжевая и ликероводочная промышленность, 1994. -№ 2. 24 с.

Spisok literatury:

1. Novakovskaja S.S. Proizvodstvo hlebopekarnyh drozhzhej:

Spravochnik/ S.S. Novakovskaja, Ju.I. Shishackij. M.: Agroprom-izdat, 1990 - 335 s.

2. Spravochnik po proizvodstvu hlebopekarnyh drozhzhej./ S.S. Novakovskaja, Ju.I. Shishackij. M.: Pishh. prom-st', 1980. -375 s.

3. Faradzhieva E.D., Bolotova N.A. Proizvodstvo hlebopekarnyh drozhzhej. Prakticheskoe rukovodstvo. SPb.: Izd. «Professija», 2002.- 167 s.

4. Radzh Baldaev Primenenija ul'trazvuka. [Tekst] / R. Baldaev, V. Radzhen-dran . – M.: Izdatel'stvo Tehnosfera, Palanichami, 2006. – 576 s.

5. Novickij B.G. Primenenie akusticheskih kolebanij v himiko-tehnologicheskih processah (Processy i apparaty himicheskoj i neftehimi-cheskoj tehnologii) [Tekst] / B.G. Novickij. – M.: Himija, 1983. – 192 s.

6. Novye tehnologii v drozhzhevoj promyshlennosti / G. E. Bebneva, A.D. Petrunina // Obz. inf. AgroNIITJeIpishheproma. Spirtovaja, drozhzhevaja i likerovodochnaja promyshlennost', 1994. -№ 2. 24 s.

УДК 66.048.5-982

ФОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЛАЖНОСТИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ВЯЗКИХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Демянцев И.В., магистр каф. АБиТП, ivandemjancev@gmail.com
д.т.н., профессор каф. АБиТП Балюбаш В.А., aiapp@mail.ru

Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет Информационных Технологий, Механики и Оптики
Институт Холода и Биотехнологий

В статье описывается принцип работы вакуум-выпарного аппарата и его влияние на формирования параметров влажности готового продукта.

Ключевые слова: вакуум-выпарной аппарат, свободная влага, сгущение, параметр влажности, плотномер.

THE FORMATION OF HUMIDITY PARAMETERS IN THE TECHNOLOGY PRODUCTION PROCESS OF VISCOUS FOODS

Demiancev I.V., master at the Department of ABTP, ivandemjancev@gmail.com
Doctor of technical Sciences,Professor at the Department of ABTP Balubash V.A., aiapp@mail.ru

St. Petersburg National Research

University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

The article describes the working principle of the vacuum evaporator and its influence on the formation of moisture parametersinfinished product.

Keywords: vacuum evaporator, free moisture, concentration, moisture parameter, densitometer.

Вода является неотъемлемым компонентом пищевых продуктов.

Важнейшим параметром консервирования пищевых продуктов является активность воды. Активность воды учитывает соотношение свободной и связанной влаги в пищевом продукте. Свободная влага – это влага, которая не связанна физико-химическими связями с белками, липидами или углеводами продукта, и легко удаляется испарением при кипении жидкости, т.е. при *выпаривании*.

Процесс выпаривания представляет интерес с точки зрения управления параметров влажности на выходе из вакуум-выпарной установки.

Рассмотрим концентрирование пищевых смесей методом сгущения. Сущность этого процесса заключается в частичном удалении свободной воды при условии сохранения системы в текучем состоянии при заданной температуре.В основе сгущения исходных смесей выпариванием лежит *парообразование*. При атмосферном давлении жидкий продукт (кофейный ликер, молоко) кипит приблизительно при t^o=100^{o}C. При такой температуре происходят необратимые изменения составных частей продукта (разложение). Оптимальной температурой для выпаривания являются t^o=70^{o}C, которая обеспечивает кипение продукта в разреженном пространстве (в вакууме), когда парциальное давление паров кипящей жидкости превышает действующее на него общее давление. [1]

Вакуум-выпарные аппараты, применяемые в пищевой промышленности, бывают нескольких типов

– одно- или многокорпусные;

– пленочные или пластинчатые;

– прямоточные или противоточные.

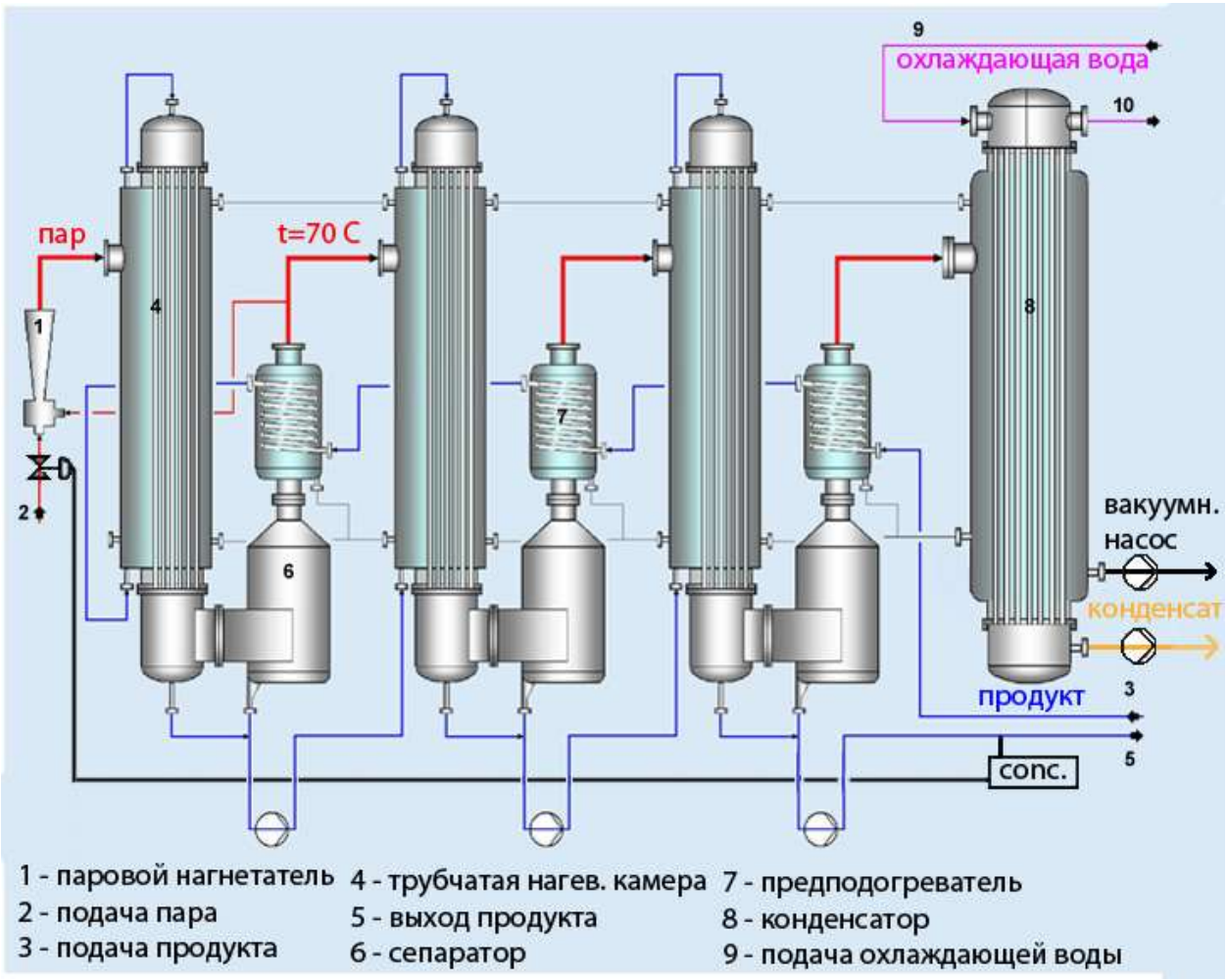


Рис. 1. Многокорпусная прямоточная вакуум-выпарная установка:

1 - Паровой нагнетатель;2 - Подача пара;3 - Подача продукта;

4 - Трубчатая нагревательная камера;5 - Выход продукта;6 - Сепаратор;

7 -Предподогреватель;8 - Конденсатор (холодильник, отбирает тепло от газового потока с целью осаждения из него жидкости);9 - Подача охлаждающей воды;10 - Выход охлаждающей воды.[2]

Многокорпусные вакуум-выпарные установки (МВУ) нашли широкоев тех процессах, где растворителем является вода, т. е. при концентрировании продуктов в пищевой промышленности. МВУ являются экономически эффективным способом концентрирования жидкостей, так какпар, подающий в первую колонну идет на обогрев следующей колонны, что приводит к значительному сокращению расхода греющего пара. Также экономия идет за счет увеличения количеств корпусов, т.е. увеличения поверхности теплообмена.

Многокорпуснаяпрямоточная вакуум-выпарнаяустановкаизображена на рисунке 1. Она состоит из нескольких выпарных аппаратов, или корпусов, в которых вторичный пар каждого предыдущего корпуса направляется в качестве греющего агента в последующий корпус.

Предварительный нагрев исходного раствора до температуры кипения в первом корпусе производится в отдельном предподогревателе 7, что позволяет избежать увеличения поверхности нагрева в первом корпусе.

С помощью вакуум-насоса поддерживается также устойчивый вакуум, так как остаточное давление в конденсаторе может изменяться с колебанием температуры воды, поступающей в конденсатор.

Также с помощью насоса откачивается конденсат, скопившийся в конденсаторе.

Температура при работе установки регулируетсяпутем измененияподачи пара в первый корпус МВУ. При увеличении подачи парав первый корпус МВУ, увеличиться температура, следовательно, будет выпариваться большее количество жидкости, и соответственно будет увеличиваться вязкость продукта. На выходе из установки установлен плотномер, который в потоке измеряет плотность продукта в значениях г/л.

Ввиду более низкого давления во втором корпусе раствор, упаренный в первом корпусе, насосом перемещается во второй корпус и здесь охлаждается до температуры кипения. За счет выделяющегося при этом тепла образуется дополнительно некоторое количество вторичного пара. Такое явление, происходящее во всех корпусах установки, кроме первого, носит название *самоиспарения* раствора.Аналогично упаренный раствор из второго корпуса перетекает самотеком в третий корпус, который обогревается вторичным паром из второго корпуса.

Необходимым условием передачи тепла в каждом корпусе должно быть наличие некоторой полезной разности температур, определяемой разностью температур греющего пара и кипящего раствора. Вместе с тем, давление вторичного пара в каждом предыдущем корпусе должно быть больше его давления в последующем. Эти разности давлений создаются при избыточном давлении в первом корпусе, или вакууме в последнем корпусе, или же при том и другом одновременно.

Концентрированные растворы и твердые вещества, получаемые в результате выпаривания, легче и дешевле перерабатывать, хранить и транспортировать.[3]

Список литературы

1. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т.9. Л. В. Голубева. Консервирование и сушка молока. - СПб.: ГИОРД, 2005. - 272 с: ил.
2. http://spray-dryer.com/Evaporators.html
3. Молочная сфера №01(27)2009, статья “Продукт сгущен”, Автор Владимир Новиков.

Spisok literatury

1. Spravochniktehnologamolochnogoproizvodstva. Tehnologija i receptury.T.9. L. V. Golubeva.Konservirovanie i sushkamoloka. - SPb.: GIORD, 2005. - 272 s: il.
2. http://spray-dryer.com/Evaporators.html

3. Molochnajasfera №01 (27) 2009, statja “Produktsgushhen”, Avtor Vladimir Novikov.

УДК 542.943.5

АНАЛИЗ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ РАБОТЕ ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Елисеев А.М., бакалавр каф. КВ, Elianto992@gmail.com
к.т.н., доцент каф. БЖДиПТ Маркитанова Л.И.

Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет
Информационных Технологий, Механики и Оптики
Институт Холода и Биотехнологий

Установки разделения воздуха, воздухоразделительные установки (ВРУ) являются неотъемлемой частью производства всех промышленных газов, они разделяют воздух на его составные компоненты. Криогенные воздухоразделительные установки являются основными системами для производства главных составляющих воздуха и редких газов, без них было бы невозможно производить технические газы в таких объемах, которые необходимы сегодня в современной промышленности.

Изложены особенности, общие сведения, анализ аварийных ситуаций установок разделения воздуха, основные тенденции их развития для получения кислорода, азота и других промышленных газов. Приведена классификация этих установок, сведения о продуктах разделения воздуха и их использовании.

Ключевые слова: воздухоразделение, воздухоразделительные установки, ВРУ, разделение воздуха, криогенные установки, криогеника.

ANALYSIS OF EMERGENCY SITUATIONS WHEN OPERATING AIR SEPARATION PLANTS

Eliseev A.M., bachelor at the Department of Air Conditioning,
Elianto992@gmail.com
Candidate of Engineering Sciences, docent Markitanova L.I.

St. Petersburg National Research
University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

Air separation, air separation units are an integral part of the production of industrial gases, they share the air into its constituent components. Cryogenic air separation plants are the main systems for the production of the main components of air and rare gases, without them it would be impossible to produce industrial gases in such quantities that are required today in the modern industry.

Described features, general information, analysis of emergency air separation plants, the main trends of their development to produce oxygen, nitrogen and other industrial gases. The classification of these installations, information on air separation products and their use.

Keywords: air separation, air separation plants, cryogenic plants, cryogenics.

Воздухоразделительные установки. Общие сведения.

Эффективность применения продуктов разделения воздуха в чёрной и цветной металлургии, химии, энергетике и медицине, машиностроении и ракетной технике послужила решающим фактором интенсивного развития воздухоразделительной техники в 20-ом веке.

В настоящее время для промышленного разделения воздуха используется метод ректификации при криогенных температурах, который реализуется в специальных воздухоразделительных установках (ВРУ). Это сложные криогенные системы, включающие оборудование для сжатия и очистки атмосферного воздуха, его охлаждение до криогенных температур, разделения методом ректификации, нагрева полученных продуктов, перекачки и т.д.

ВРУ в качестве основных продуктов производят кислород, азот и аргон; кроме того, производятся первичные концентраты для получения криптона, ксенона, неона и гелия.

Комплексное разделение воздуха с извлечением инертных газов приводит к существенному снижению энергетических затрат на производство кислорода и азота, и соответственно, к уменьшению себестоимости их производства. Темпы ежегодного увеличения производства продуктов разделения воздуха составляют 20-40% и превышают прирост других промышленных газов.

В последние годы уделяется большое внимание методам разделения воздуха без применения криогенной техники в установках адсорбционного типа либо с использованием селективных мембран.

Продукты разделения воздуха

Сырьём для производства кислорода, азота, аргона и других инертных газов служит атмосферный воздух. Состав атмосферного воздуха у поверхности Земли может незначительно отличаться от усреднённых значений (табл.1.1) в зависимости от географической широты, высоты над

поверхностью Земли, загрязнённости воздушного бассейна, солнечной активности, метеорологических условий, времени суток и т.д.

В атмосферном воздухе также содержатся водяные пары, количество которых зависит от температуры и относительной влажности и может составлять 20-25 *г/кг* воздуха. Относительная влажность определяются как отношение массы водяных паров, содержащихся в воздухе, к массе паров при полном насыщении воздуха влагой при данной температуре. Значение относительной влажности обычно усредняют для определенного региона.

Продукты разделения воздуха производятся как в газообразном, так и в жидком состоянии. Производство промышленных газов в жидком виде позволяет существенно упростить вопросы накопления, хранения и транспортирования промежуточных и конечных продуктов производства ВРУ.

Крупные воздухоразделительные комплексы помимо ВРУ включают большую номенклатуру специального и дорогостоящего оборудования, в том числе поршневые и турбокомпрессора, хранилища жидких и газообразных продуктов, ремонтные мастерские, лаборатории и т.д.

Получение кислорода, азота и сырого аргона осуществляют методом низкотемпературной ректификации воздуха в ВРУ.

Основные тенденции развития ВРУ

В последние годы усилие разработчиков ВРУ направлены на снижение энергетических, трудовых и материальных затрат на производство продуктов разделения воздуха и оборудования, повышение надёжности оборудования и увеличение продолжительности рабочей компании.

Особое внимание уделяется автоматизации процессов управления и использованию микропроцессорной техники, оптимизации технологических схем и производственных процессов, созданию более эффективных и надёжных компрессоров и детандеров, тепло-массообменных аппаратов, вспомогательного оборудования и т.д.

Именно решению этих задач посвящены последние разработки отечественных и зарубежных фирм, выпускающих ВРУ: “Линде” (США, ФРГ), “Эир продактс” (США, Англия), “Юнион Карбайт” (Англия), “Петрокарбон” (Англия), “Эр ликид” (Франция), “Мессер Гризхейм” (ФРГ), “Кобе Стил” (Япония), “Ривойра (Италия), “Кислородмаш”(Украина), “Криогенмаш” (Россия).

Всё шире внедряется транспортирование (в том числе и по трубопроводам), хранение и резервирование продуктов разделения воздуха в жидком виде. Увеличивается выпуск ВРУ с производством как газообразных, так и жидких продуктов разделения.

Особый интерес представляют небольшие транспортабельные ВРУ, имеющие собственные источники энергоснабжения: автомобильные, бортовые, судовые и т.д.

В связи с возрастающим потреблением кислорода в разведенном виде (т.н. обогащённый воздух) представляются перспективными промышленные методы разделения воздуха без использования криогенных температур.

Большие изменения произошли в практике расчёта и проектирования ВРУ. Создание информационных систем, разработка математических моделей отдельных процессов и аппаратов, внедрение методов автоматизированного проектирования и др. позволили существенно сократить сроки и повысить качество проектирования.

Классификация ВРУ

Перспективность использования продуктов разделения воздуха практически во всех областях науки и техники явилась решающим фактором в создании большой номенклатуры ВРУ различного назначения и производительности применительно к постоянно возрастающим потребностям промышленного производства.

Выпускаемые ВРУ можно классифицировать:

по составу продуктов разделения - кислородные, азотные, кислородно-азотные, для комплексного разделения воздуха с получением кислорода, азота, аргона, криптоно- ксеноновой смеси и неоно-гелиевого концентрата;

по производительности - мелкие, средние и крупные;

по давлению криогенного цикла - высокого, среднего и низкого;

по агрегатному состоянию продуктов разделения - для получения газообразных продуктов, для получения жидких продуктов, для одновременного получения газообразных и жидких продуктов.

Основное назначение и уровень производительности ВРУ отражается в их индексе, включающем условные обозначения получаемых продуктов и уровень часовой производительности по основному продукту в тысячах кубических метров для газообразных продуктов или в тысячах килограммов для жидких продуктов. Так, например, ВРУ типа Кт-70 предназначена для получения до 70000 $м^3/ч$ технологического кислорода, а ВРУ типа КжАжАрж-6 – для получения до 6000 *кг/ч* жидкого технического кислорода.

В последние годы для установок комплексного разделения воздуха принято обозначения с двойным цифровым индексом (через косую дробь), например, ВРУ типа АКАр-13/6 предназначена для получения 13000 $м^3/ч$ чистого азота, 6000 $м^3/ч$ технического кислорода и аргона.

Общие принципы проектирования и анализ аварийных ситуаций ВРУ

Проектирование ВРУ включает построение её принципиальной схемы, термодинамический расчет, анализ и оптимизация цикла установки и отдельных её элементов, подбор и расчет основного и вспомогательного оборудования, соблюдение техники безопасности.

Расчет и подбор оптимизированных параметров, необходимых для успешной и безопасной работы воздухоразделительной установки, заключается в решении системы уравнений материальных и энергетических балансов всей установки и ее отдельных узлов.

Для этого необходимо располагать данными о термодинамических свойствах веществ, описанием процессов в основном и вспомогательном оборудовании, а также данными об эффективности аппаратов и машин.

Эффективность оборудования характеризуется температурными и концентрационными напорами, гидравлическими сопротивлениями аппаратов и КПД машин.

Разработка ВРУ начинается с составления её принципиальной схемы, которая зависит от состава, количества и агрегатного состояния продуктов разделения. Необходимо отметить, что указанные параметры взаимосвязаны и определённым образом влияют друг на друга. Несоблюдение тех или иных критериев может привести не только к опасной сфере работы установки, но и к её полной неработоспособности.

На выбор криогенного цикла ВРУ существенное влияние оказывает производительность, а на выбор узла ректификации – состав продуктов разделения.

Так, для ВРУ низкого давления схема узла ректификации ограничивает долю детандерного потока величиной $D \leq 0.3$ *кмоль/кмоль*. Поэтому циклы низкого давления могут применяться только в установках большой производительности, где удельные потери холода из-за теплопритоков через изоляцию невелики. Конструкция узла теплообмена этих установок во многом определяется составом продуктов разделения воздуха.

Аналогично в установках среднего давления агрегатное состояние продуктов разделения определяет состояние воздуха на входе в нижнюю колонну и, соответственно, схему отбора детандерного потока.

Установки одинакового назначения можно проектировать по различным схемам. В любом случае разрабатываемая установка должна и обязана удовлетворять всем техническим требованиям и технике безопасности, а также положительно отличаться технико-экономическими показателями. В основе выбора схем ВРУ должен лежать принцип оптимизации.

Список литературы:

1. Архаров А.М., Марфенина И.В., Микулин В.И. Криогенные системы. Т.1. — М.: Машиностроение, 1996. — 575 с.
2. Архаров А.М., Архаров И.А., Беляков В.П. и др. Криогенные системы. Т.2. — М.: Машиностроение, 1999. — 720 с.
3. Епифанова В.И. Разделение воздуха методом глубокого охлаждения. Т.1. — М: Машиностроение, 1973. — 471 с.
4. Епифанова В.И. Разделение воздуха методом глубокого охлаждения. Т.2. — М: Машиностроение, 1973. — 567 с.

5. Усюкин И.П. Установки, машины и аппараты криогенной техники. Ч.1 и 2. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 296 с.

Spisok literatury:

1. Arkharov A.M. , Marfenina I.V. , Mikulin V.I. Kriogennyye sistemy. T.1 . - M .: Mashinostroyeniye , 1996. - 575 s.

2. Arkharov A.M. , Arkharov I.A. , Belyakov V.P. i dr . Kriogennyye sistemy. T.2 . - M .: Mashinostroyeniye , 1999. - 720 s .

3. Yepifanova V.I. Razdeleniye vozdukha metodom glubokogo okhlazhdeniya. T.1 . - M : Mashinostroyeniye , 1973. - 471 s .

4. Yepifanova V.I. Razdeleniye vozdukha metodom glubokogo okhlazhdeniya. T.2 . - M : Mashinostroyeniye , 1973. - 567 s .

5. Usyukin I.P. Ustanovki , mashiny i apparaty kriogennoy tekhniki. CH.1 i 2. - M .: Legkaya i pishchevaya promyshlennost' , 1982. - 296 s .

УДК 53.08

РАССМОТРЕНИЕ ВОПРОСОВ РАЗРАБОТКИ ПРИБОРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТВЕРДОСТИ ГИДРИРОВАННЫХ ЖИРОВ

Елшибеков Р.Б., инженер, аспирант каф. АБиТП, jron@bk.ru
д.т.н., профессор каф. АБиТП Бегунов А.А, begunov38@mail.ru

Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет Информационных Технологий, Механики и Оптики
Институт Холода и Биотехнологий

Рассмотрена актуальность необходимости создания современного измерительного прибора, который будет удовлетворять условиям и методике измерений, и при этом обеспечивать удобство эксплуатации, линейность градуировки и устранение основных систематических погрешностей.

Сформулированы требования, предъявляемые к современному аналитическому прибору.

Ключевые слова: твердость, жиры, измерение, измерительный прибор

CONSIDERATION OF THE DEVELOPMENT OF THE INSTRUMENT FOR MEASURING THE HARDNESS OF HYDROGENATED FATS

Elshibekov R.B., an engineer, a graduate student at the Department of ABTP, jron@bk.ru

Doctor of technical Sciences, Professor at the Department of ABTP
Begunov A.A.,
begunov38@mail.ru

St. Petersburg National Research
University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

Considered the relevance of the importance of modern measuring device, which will satisfy the conditions and the measurement technique, while providing the convenience of operation, the linearity of the calibration and the removal of the main systematic errors. Formulated requirements for a modern analytical instrument.

Keywords: hardness, fats, measurement, measuring instrument

Пищевые продукты, в частности жиры, имеют сложную многокомпонентную структуру, которая обуславливает их потребительские показатели. Разные пищевые продукты, в зависимости от их структуры, характеризуются разным законом связи усилия, действующего на образец продукта, от его деформации. Теоретически и экспериментально такие материалы исследуются методами реологии. Жиры имеют структуру, состоящую из неупорядоченной кристаллической решетки, которая удерживает различные редкие фазы и тем самым обеспечивает однородную структуру продукта.

Основные потребительские качественные свойства жиров, такие как твердость, консистенция, пластичность, намазываемость, хрупкость, оцениваются по их структурно-механическим характеристикам.

В мировой практике для измерения твердости жировых продуктов наиболее распространен метод погружения индентора с постоянной нагрузкой в жир, закристаллизованный в стандартных условиях. Этот метод реализуется в пенетрометрах разных типов. Однако при использовании пенетрометра невозможно четко установить момент прикосновения вершиной конуса поверхности образца. Также такой прибор определяет напряжение деформации только в конечный момент своего движения, что усложняет идентификацию результата измерения и вид деформации, поэтому результаты измерения имеют достаточно условный характер.

В странах СНГ для измерения твердости продуктов, содержащих гидрированные жиры, используется метод, основанный на установлении значения нагрузки, необходимой для перерезания проволокой образца жира, закристаллизованного в стандартных условиях. Этот метод реализуется в твердомере Каминского. Однако следует отметить, что несмотря на долгие годы эксплуатации и попытки модернизации, прибор Каминского имеет ряд эксплуатационных, технических и метрологических недостатков:

Во-первых, это невозможность уравновешивания коромысла;

Во-вторых, использование воды в качестве нагрузки;

В-третьих, процесс резания проходит с непостоянной скоростью;

В-четвертых, калибровочная характеристика прибора нелинейная и является кубической параболой;

В-пятых, самое важное с точки зрения метрологии, очень высокая погрешность от 13 % до 24 % не позволяет получить адекватные результаты при измерении мягких маргаринов, твердость которых составляет 20-30 г/см.

На основании аналитического обзора за 66 лет относительно методов определения структурно-механических свойств жиров и патентного обзора средств измерения за 27 лет можно констатировать, что, несмотря на значительные достижения в исследовании свойств жиров и определении их характеристик, в этой области еще есть ряд нерешенных вопросов. Существенное значение при этом имеет недостаточная точность измерений и особенно ограниченный объем структурно-механических и физико-химических измерений, а также отсутствие четко разработанной обобщенной методической информации по результатам измерений.

В связи с этим актуальна необходимость создания прибора, отвечающего современным стандартам измерения, т.е. с возможностью мгновенного получения результатов, их регистрации, а также отвечающим требованиям мобильности, доступности обращения с ним, простоте обслуживания, и самое главное, не требующим серьезных затрат на разработку.

Были попытки разработки опытных образцов прибора для измерения структурно-механических свойств жиров в городе Харькове, Украина.

Прибор имел принципиально другую концепцию реализации измерений по сравнению с твердомером Каминского. В этом приборе использован механизм перемещения груза, который двигается по направляющий с постоянной скоростью, и применен принцип разделения механизма нагрузки исследуемого образца и системы регистрации усилия и перемещения.

Анализируя результаты исследования измерения твердости жиров на разработанном приборе в городе Харькове можно сделать вывод, что прибор обладает повышенной точностью измерения твердости жировых продуктов, а также обеспечивает объективность измерения структурно-механических свойств жировых продуктов.

Но главными минусами полученного опытного образца прибора остались:

- громоздкость;
- измерение только поверхностной твердости;
- отсутствие возможности получения должного представления обо всем продукте;
- дороговизна комплектующих изделий, т.к. большинство было произведено на заказ, и не имеет серийного выпуска;
- отсутствие современного дизайна и мобильности;

- невозможность оперативного вмешательства в случае прекращения работоспособности;
- невозможность беспрепятственной и мгновенной очистки элементов, взаимодействующих с заготовкой, измерение твердости которой будет производиться.

Современный измерительный прибор должен удовлетворять условиям и методике измерений, и при этом обеспечивать удобство эксплуатации, линейность градуировки и устранение основных систематических погрешностей.

Также прибор, предназначенный не только для определения твердости жиров в широком диапазоне параметров с довольно высокой точностью, должен иметь возможность применяться при разработке технологий новых видов жиров с заданными наперед свойствами, что позволит повысить конкурентоспособность жировой продукции, ее качество, и эффективно и в реальном времени руководить процессом создания жировых продуктов.

Современное средство измерения, независимо от типа и его предназначения должно:

1. обладать не только дизайном, отвечающим настоящему времени, но и конструктивным исполнением, т.е. быть максимально мобильным, иметь небольшой размер и вес
2. обладать интерфейсом непрерывной передачи данных:
   - в контроллер для сравнения значения полученных данных с заданными, после чего последует подтверждение того, что заготовка отвечает требованиям, либо наоборот;
   - оператору, чтобы у него была возможность в реальном времени получать достоверную информацию о готовом изделии и также отслеживать соответствие заданным свойствам и исходным данным
3. отвечать главному критерию – соотношение цены и качества.

Именно поэтому необходимо добиться такого результата, чтобы при минимальных затратах на комплектующие, из которых будет состоять измерительный прибор, был получен окончательный результат, соответствующий всем современным стандартам и требованиям.

Немаловажную роль играет и возможность непрерывной работы измерительного прибора, т.к. при выходе из строя на производстве невозможен будет безостановочный выпуск готовой продукции, качество которой не будут подтверждено. Всё будет зависеть от своевременного человеческого вмешательства, а также от того, насколько глобальна неисправность. Именно поэтому измерительный прибор должен состоять из примитивных и недорогих деталей, которые в случае выхода из строя будут заменены в кратчайшие сроки, и при этом всегда будут содержаться в резерве.

Также производство масложировой продукции имеет большое значение и в небольших городах, поселках, деревнях. Именно поэтому востребованность измерительного прибора можно увеличить за счет его простого конструктивного исполнения, понятного для потребителя интерфейса управления, а также доступной ценовой политики.

Доступность такого измерительного прибора дает возможность увеличения местного производства масложировой продукции для конечного потребителя, расположенного в непосредственной близи от производства. Тем самым исключается добавочная стоимость за счет отсутствия необходимости транспортировки готовой продукции на дальние расстояния.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 52179-2003 Маргарины, жиры для кулинарии, кондитерской, хлебопекарной и молочной промышленности, Госстандарт России, Москва, 2007.
2. Бегунов А.А. Метрология в пищевой и перерабатывающей промышленности, Москва, 2005.
3. Бегунов А.А. Метрологические основы аналитики, издательско-информационное агенство «РИМ», Санкт-Петербург, 2004.
4. Бегунов А.А. Об измерениях и метрологии [электронный ресурс]: электронная версия научного журнала «Вестник всероссийского научно-исследовательского института жиров», Санкт-Петербург, 2012. - №2.

Spisok literatury:

1. GOST R 52179-2003 Margariny, zhiry dlya kulinarii, konditerskoj, khlebopekarnoj i molochnoj promyshlennosti, Gosstandart Rossii, Moskva, 2007.
2. Begunov A.A. Metrologiya v pishhevoj i pererabatyvayushhej promyshlennosti, Moskva, 2005.
3. Begunov A.A. Metrologicheskie osnovy analitiki, izdatel'sko-informatsionnoe agenstvo «RIM», Sankt-Peterburg, 2004.
4. Begunov A.A. Ob izmereniyakh i metrologii [ehlektronnyj resurs]: ehlektronnaya versiya nauchnogo zhurnala «Vestnik vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhirov», Sankt-Peterburg, 2012. - №2.

УДК 664

СИГНАЛИЗАЦИЯ НАЧАЛА ОБРАЗОВАНИЯ ПРИГАРА НА СТЕНКАХ ПАСТЕРИЗАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА

Ивлев К.Г., магистр каф. АБиТП, rezak92@mail.ru
к.т.н, доцент каф. АБиТП Алешичев С.Е., sergspbcprf@rambler.ru

Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет
Информационных Технологий, Механики и Оптики
Институт Холода и Биотехнологий

Одной из важнейших проблем современных пастеризационных установок термической обработки молока является образование пригара. Твердые отложения внутри теплообменных аппаратов уменьшают эффективность теплопередачи, повышают износ и приводят к поломке пастеризационных установок. Одним из действенных методов является поддержание постоянной определенной разности температур между стенкой теплообменного аппарата и молоком, подвергающимся термической обработке.

Ключевые слова: пастеризация, молоко, пригар, разница температур, сигнализация.

SIGNALING THE START OF THE FORMATION SCALE ON THE WALLS OF PASTEURIZING PLANT THERMAL PROCESSING OF MILK

Ivlev K.G. master at the Department of ABTP, rezak92@mail.ru
Candidate of Engineering Sciences, docent Aleshichev S.E.,
sergspbcprf@rambler.ru

St. Petersburg National Research
University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

One of the major problems of modern pasteurizing plants heat treatment of milk is the formation of scale. Solid deposits inside the heat exchangers reduce the heat transfer efficiency, increase wear and cause damage to the pasteurizing plants. One of effective methods is to maintain a certain constant temperature difference between the wall of the heat exchanger and the milk is heat treated.

Keywords: pasteurization, milk, scale, temperature difference, alarm.

Пастеризация – температурная обработка молока с целью сохранения качеств исходного продукта, повышение безопасности и увеличения срока хранения. Процесс пастеризации проводится в пластинчатых и трубчатых теплообменниках.

Одной из важнейших проблем современных пастеризационных установок является образование пригара, особенно при высокотемпературной обработке молока. Сигнализация начала образования твердых отложений на стенках пастеризационных установок позволяет

своевременно принять меры по предотвращению дальнейшего образования пригара. В свою очередь это уменьшает тепловые потери, сохраняя прежнюю эффективность теплопередачи, уменьшает износ установки и время простоя в результате технологической мойки теплообменника.

Существуют несколько параметров, измеряя и, по возможности, контролируя которые, мы можем избежать отрицательных последствий, связанных с процессом образования пригара: кислотность молока на входе в пастеризационную установку, а также разность температур между стенкой пастеризационной установки, соприкасающейся с продуктом, и молоком. В данной статье предлагается способ сигнализации начала образования пригара для двухсекционного трубчатого пастеризатора непрерывного действия.

X_1 – Бактериальная обсемененность молока на входе, КОЕ;
X_2 – Температура молока на входе, °С;
X_3 – Кислотность молока на входе, pH;
Y_1 – Температура пастеризации, °С;
Y_2 – Расход пара во 2 секцию т.о., % х.р.о. ;
Y_3 – Расход пара в 1 секцию т.о., % х.р.о.;
Z_1 – Бактериальная обсемененность молока на выходе, КОЕ;
Z_2 – Образование пригара.

Рисунок 1. Структурно-параметрическая схема технологической операции пастеризации молока

Рассмотрим структурно-параметрическую схему технологической операции пастеризации молока. Для сигнализации о начале образования пригара, то есть изменения показателя качества Z2, я решил применить принцип разности температур между стенкой пастеризационной установки и молоком.

Чем выше температура пастеризации – тем меньше должна быть эта разница. Например, при термической обработке молока при температуре 92˚С разница должна составлять не более 5˚С. Таким образом необходимо следить за температурой молока и стенки пастеризационной установки со стороны теплоносителя на входе во вторую секцию (за которую отвечает параметр управления Y2).

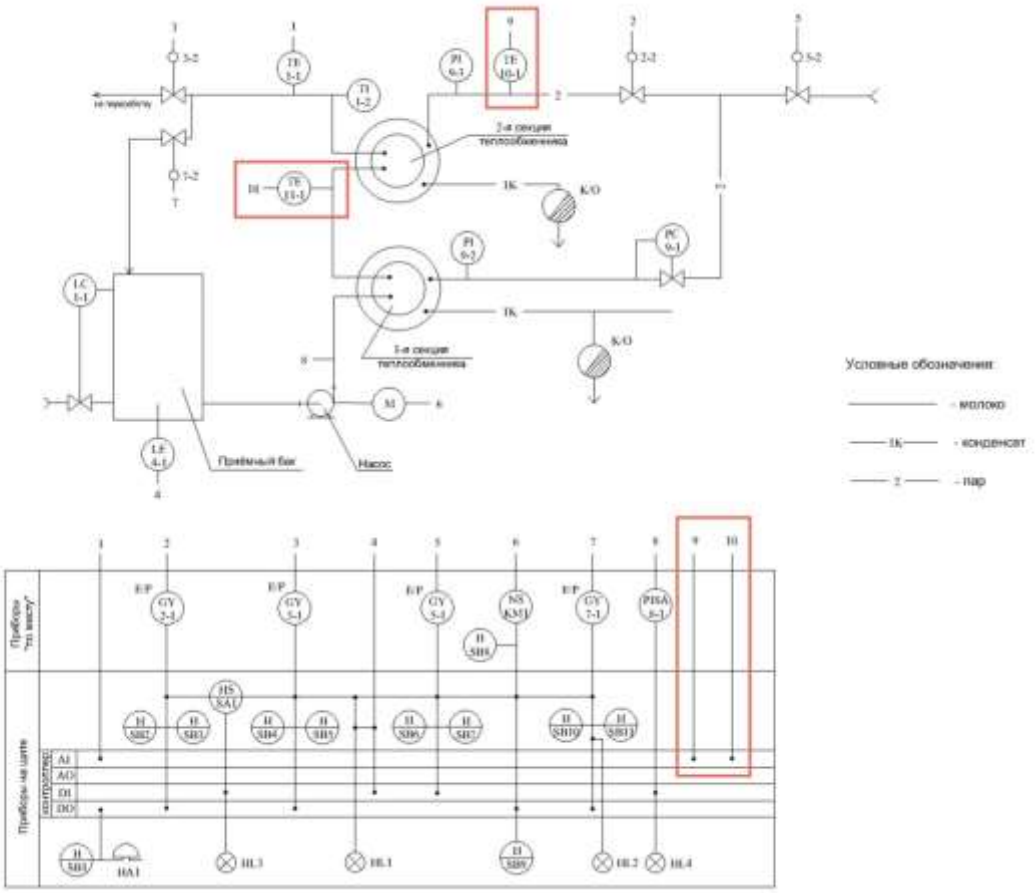
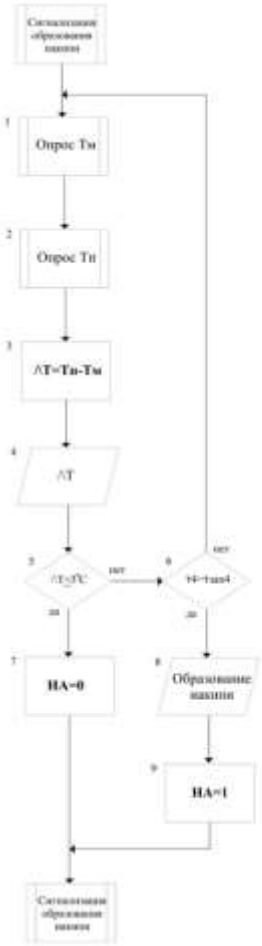


Рисунок 2. Схема автоматизации 2-х секционной пастеризационной установки

Как показано на рис.2 для того, чтобы измерения разницы температур используются два термометра, которые подключаются к контроллеру. При этом не происходит никаких кардинальных изменений в самой пастеризационной установке. Также можно подключить два термометра к любому другому устройству, которое будет рассчитывать разницу их показаний, и выдавать импульс на систему оповещения при превышении порогового расхождения в измерениях. Таким образом, можно вовсе обойтись без контроллера и выделить сигнализацию образования пригара в отдельный контур.



Тм – температура молока на входе во 2 секцию т.а.;

Тп – температура стенки со стороны теплоносителя на входе во 2 секцию т.а.;

Т4 – таймер времени;

Тзап4 – время запаздывания срабатывания сигнализации;

НА1 – звуковая сигнализация.

Рис.3. Алгоритм сигнализации начала процесса образования пригара

На рис.3 представлен алгоритм сигнализации начала процесса образования пригара, который может быть добавлен в общий алгоритм управления пастеризационной установкой. Преобразовав его в программный код, он без труда может быть добавлен в прошивку контроллера.

Таким образом, установка данной сигнализации не требует кардинальных изменений в самой пастеризационной установке и покупке дорогостоящего оборудования, а также полного изменения кода программы контроллера (при его наличии). Сама сигнализация начала образования пригара позволяет увеличить срок службы пастеризационной установки, уменьшить время простоя в результате технологической чистки.

Список литературы:

1. Евдокимова Г.М., Селевцов Л.И. Автоматизация производственных процессов в мясной и молочной промышленности. – М.: Колос, 2000. – 240 с.: ил. – (Учебники и учебные пособия для студентов средних специальных учебных заведений).

Spisok literatury:

1. Evdokimova G.M., Selevcov L.I. Avtomatizacija proizvodstvennyh processov v mjasnoj i molochnoj promyshlennosti. – M.: Kolos, 2000. – 240 s.: il.

– (Uchebniki i uchebnye posobija dlja studentov srednih special'nyh uchebnyh zavedenij).

УДК 653.093

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОБРАБОТКИ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Майу М.Р.И., студент каф. АБиТП, mayouilliassou@gmail.com
к.т.н., доцент каф. АБиТП Лазарев В.Л., holod25@yandex.ru

Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет
Информационных Технологий, Механики и Оптики
Институт Холода и Биотехнологий

Разрабатывается алгоритм управления энергетическими затратами при тепловой обработке молока в зависимости от информационных характеристик продукта.

Ключевые слова: обработка молочных продуктов, подбор оптимальных параметров, алгоритм управления энергетическими затратами.

SELECTION OF OPTIMAL PROCESSING PARAMETERS OF DAIRY PRODUCTS

Mayou M.R.I, student at the Department of ABTP,
mayouilliassou@gmail.com
Candidate of Engineering Sciences, docent Lazarev V.L.,
holod25@yandex.ru

St. Petersburg national research University of information technologies,
mechanics and optics
The Institute of refrigeration and biotechnologies

An algorithm is developed for the management of energy costs during the heat treatment of milk depending on the information characteristics of the product.

Keywords: processing of dairy products, selection of optimal parameters, algorithm of management of energy costs.

Целью данной работы является определение путей сокращения энергетических и экономических затрат при тепловой обработке молока. Получить экономию можно за счёт предварительного учета характеристик

обрабатываемого продукта. Исходные параметры (срок хранения молока, жирность, бактериальная обсемененность, содержание белка и пр.) определяют назначение конечного продукта (детское молоко, сгущёнка, кефир, творог и т.д.).

Это исследование является продолжением разработки модели применения нечетной логикой для тепловой обработки молока на основе некоторых информационные характеристик [1]. На основе реализации нечёткой модели [2] получен и используется график (рис.1) зависимости температуры обработки молока от длительности обработки [3]. Это позволило выделить линейные зоны зависимости и использовать их для дальнейшего анализа.

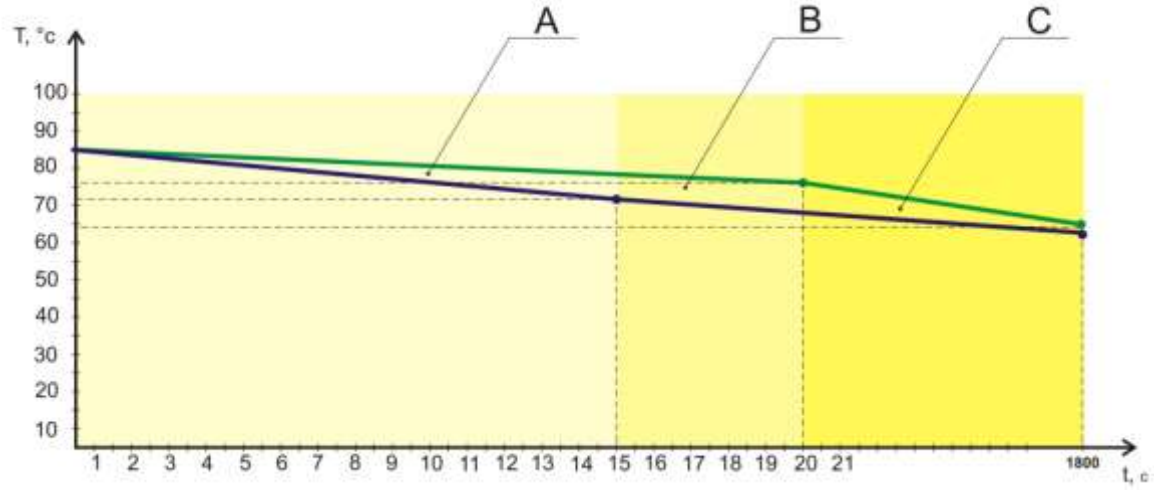


Рисунок 1. График зависимости температуры обработки молока от длительности обработки

При бактериальной обсеменённости менее 28%, сроке хранения менее 72 часов и жирности молока менее 20% осуществляется **короткая обработка** (это зона **A** на рис.1) – то есть обработка при диапазоне температур от 72 до 85^{o}C и длительности до 15 сек.

При бактериальной обсеменённости менее 50% и сроке хранения тоже менее 72 часов осуществляется **средняя обработка** (это зона **B** на рис.1) – то есть обработка при диапазоне температур от 72 до 76^{o}C и длительности от 15 до 20 сек.

При бактериальной обсеменённости менее 28%, сроке хранения менее 72 часов и жирности молока более 20% или бактериальной обсеменённости более 50% и сроке хранения более 72 часов осуществляется **длинная обработка** (это зона **C** на рис.1) – то есть обработка при диапазоне температур от 72 до 76^{o}C и длительности от 20 до 1800 сек.

Разработан алгоритм (рис.2) управления энергетическими затратами (время обработки, скорость потока, температура обработки) в зависимости от указанных выше исходных параметров.

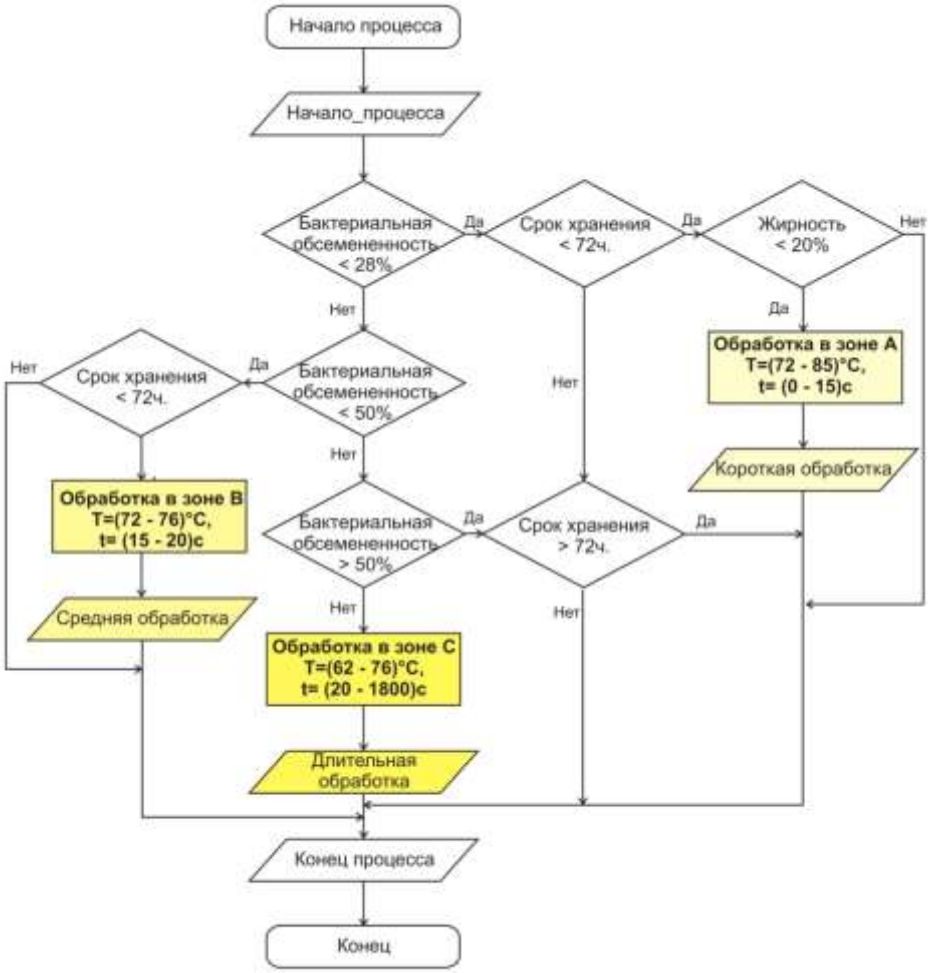


Рисунок 2. Алгоритм управления энергетическими затратами

Список литературы:

1. Майу М.Р.И., Исследование режимов тепловой обработки молочных продуктов на основе информационных характеристик [Электронный ресурс]: Электронный научный журнал «Всероссийский Конгрес Молодых Ученых», «Сборник трудов III Всероссийского Конгресса молодых ученых. – СПб: Университет ИТМО, 2014. – 184с. – (стр. 99 – 102)» URL: http://kmu.ifmo.ru/file/stat/12/sbornik_trudov_2014_kmu.pdf

Лазарев В. Л., Теория энтропийных потенциалов – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 127 с.

2. Крусь Г.Н., Чекулаева Л.В., Шалыгина Г.А., Ткаль Т.К. Технология молочных продуктов – М.: Агропромиздат, 1998. – 367с.

Spisok literaturyi:

1- Mayu M.R.I., Issledovanie rezhimov teplovoy obrabotki molochnyih produktov na osnove informatsionnyih harakteristik [Elektronnyiy resurs]: Elektronnyiy nauchnyiy zhurnal «Vserossiyskiy Kongres Molodyih Uchenyih», «Sbornik trudov III Vserossiyskogo Kongressa molodyih uchenyih. – SPb:

Universitet ITMO, 2014. – 184s. – (str. 99 – 102)» URL: http://kmu.ifmo.ru/file/stat/12/sbornik_trudov_2014_kmu.pdf

2- Lazarev V. L., Teoriya entropiynyih potentsialov – SPb. : Izd-vo Politehn. un-ta, 2012. – 127 s.

3- Krus G.N., Chekulaeva L.V., Shalyigina G.A., Tkal T.K. Tehnologiya molochnyih produktov – M.: Agropromizdat, 1998. – 367s.

УДК 664

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СЛИВОЧНОГО МАСЛА МЕТОДОМ НЕПРЕРЫВНОГО СБИВАНИЯ СЛИВОК

Миняев С. Н., магистр каф. АБиТП, minyaevsn@mail.ru
к.т.н, доцент каф. АБиТП Алешичев С.Е., sergspbcprf@rambler.ru

Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет Информационных Технологий, Механики и Оптики
Институт Холода и Биотехнологий

Исследование эффективности алгоритмов автоматизации технологического процесса производства сливочного масла методом непрерывного сбивания сливок, позволяет повысить качество продукции за счет снижения выпуска некондиционной продукции, увеличить объемы производства, а также снизить трудоемкость обслуживания агрегата.

Ключевые слова: сливочное масло, метод непрерывного сбивания сливок, исследование эффективности алгоритмов автоматизации.

RESEARCH OF EFFICIENCY OF ALGORITHMS OF AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF MANUFACTURE OF BUTTER BY METHOD OF CONTINUOUS CHURNING OF CREAM

Minyaev S. N., master at the Department of ABTP, minyaevsn@mail.ru
Candidate of Engineering Sciences, docent Aleshichev S.E., sergspbcprf@rambler.ru

St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

Research of efficiency of algorithms of automation of technological process of manufacture of butter by method of the continuous churning of cream, allows to

increase quality of production due to lowering of release of sub-standard production, to increase outputs, and also to reduce labor input of service of the aggregate.

Keywords: butter, method of the continuous churning of cream, research of efficiency of algorithms of automation.

Для исследования эффективности алгоритмов автоматизации производства сливочного масла методом непрерывного сбивания сливок нужно провести их сравнительный анализ. Анализ применяется для выбора более эффективного алгоритма автоматизации, который позволит улучшить качественные показатели выпуска продукции, снизить выпуск некондиционной продукции и т.п.

Под эффективностью в данной работе следует понимать соотношение объемов выпуска некондиционного продукта к продукту требуемого качества. Важно это соотношение свести к минимуму. Для достижения этого существуют различные алгоритмы автоматизации с воздействием по каналам управления. Управлять процессом производства сливочного масла методом непрерывного сбивания сливок можно как по одному каналу управления, так и по нескольким. Сочетание каналов управления можно варьировать, для достижения нужных результатов по выпускаемому продукту.

Выбор необходимых алгоритмов автоматизации обусловливает повышение качества продукции, снижение себестоимости, увеличение объёмов производства. Важной задачей является определение параметров, стабилизация и/или управление которыми обеспечивается тем или иным алгоритмом автоматизации.

При выборе управляющих воздействий преимущество должен иметь тот канал управления, по которому можно использовать достаточно широкий диапазон варьирования, ограниченный технологическими особенностями аппарата, и имеющий наибольшее численное значение коэффициента формирования влажности. Реально для решения этих задач следует использовать только те, на которые можно воздействовать с точки зрения аппаратурно-технологических решений с условием оперативности внесения управляющего воздействия.

В маслоизготовителях непрерывного действия свободная влага, отжатая из масляного зерна на этапе формирования пласта масла, непрерывно удаляется из маслоизготовителя. В этом процессе большое значение для стандартизации масла по влаге имеет влагоемкость масляного зерна в момент его поступления в текстуратор. Влагоемкость масляного зерна должна быть такой, чтобы можно было обеспечить стандартное содержание влаги в масле, удалить из масляного зерна в текстураторе столько влаги, сколько необходимо для стандартизации сливочного масла по влаге. На практике эта задача решается путем учета влияния различных факторов на влагоемкость масляного зерна при выборе режимов созревания и

сбивания сливок, механической обработки масла. Рассмотрим два алгоритма автоматизации.

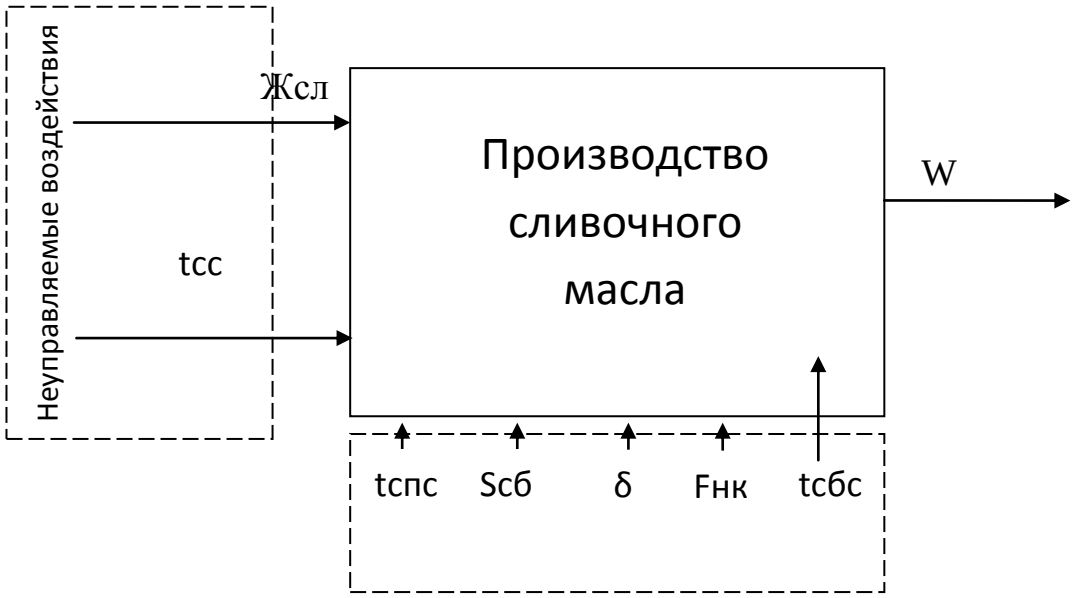


Рис. 1. Параметрическая схема процесса формирования влажности сливочного масла:
Жсл - жирность сливок, поступающих на сбивание, %; tсс - температура созревания сливок, °С; tспс - температура сливок, поступающих на сбивание, °С; Sсб - частота вращения мешалки сбивателя, $с^{-1}$; δ - величина рабочего зазора (расстояние между краями лопастей и стенкой цилиндра сбивателя), мм; Fнк - подача нормализующего компонента, л/мин; W- содержание влаги в масле, %.

Алгоритм автоматизации по регулированию содержания влаги изменением настройки сбивателя. От частоты вращения мешалки сбивателя зависит влагоемкость масляного зерна: с повышением частоты вращения мешалки сбивателя влагоемкость масляного зерна повышается благодаря быстрому увеличению размеров масляного зерна, что способствует механическому удержанию влаги в образующихся капиллярах. При использовании этого показателя необходимо учитывать зависимость частоты вращения мешалки сбивателя от содержания жира в сливках и начальной температуры сбивания сливок. С уменьшением содержания жира в сливках массовая доля влаги в масляном зерне снижается, и соответственно снижается массовая доля влаги в масле. Необходимо учитывать ширину зазора между краем лопасти мешалки и стенкой цилиндра сбивателя, так как от ширины зазора зависит интенсивность сбивания сливок. При увеличении ширины зазора более чем на 1,5–2,0 мм частота вращения мешалки должна быть увеличена в связи с уменьшением скорости агрегации жировых шариков, чтобы избежать снижения влаги в масляном зерне. Для сливок с различным содержанием жира имеется своя оптимальная ширина зазора, при которой достигается максимальная интенсивность сбивания. [4]

Алгоритм автоматизации по регулированию содержания влаги изменением температуры сливок. С повышением температуры сливок при физическом созревании уменьшается количество отвердевшего жира. В результате этого при сбивании сливок, созревавших при повышенной температуре, образуется мягкое, более влагоемкое масляное зерно. Аналогичное влияние на влагоемкость масляного зерна оказывает повышение температуры сбиваемых сливок. Содержание твердого жира уменьшается с повышением температуры масляного зерна в первой шнековой камере, в результате чего увеличивается массовая доля влаги в масле. Степень отвердевания жира в масляном зерне, а, следовательно, в готовом продукте регулируют подачей холодной воды в охлаждающую рубашку первой шнековой камеры, а также временем контакта масляного зерна с пахтой. С увеличением частоты вращения шнеков уменьшается их прессующее давление ввиду уменьшения степени заполнения шнековой камеры масляным зерном, сокращается время пребывания масляного зерна в первой шнековой камере обработника, вследствие чего уменьшается количество удаленной пахты из масляного зерна, что приводит к увеличению влагоемкости масляного зерна и содержанию влаги. [4]

Анализ показывает, что эффективность первого алгоритма выше, так как он имеет больше управляющих каналов воздействия на технологический процесс и, следовательно, обеспечивает возможность значительного снижения выпуска некондиционной продукции.

Список литературы:

3. Вышемирский Ф. А. Производство сливочного масла. – М.: Агропромиздат, 1987. – 272 с.
4. Бредихин С. А., Юрин В. Н. Техника и технология производства сливочного масла и сыра. – М.: КолосС, 2007. – 319с.: ил.
5. Вышемирский Ф. А. Масло из коровьего молока и комбинированно – СПб.: Гиорд, 2004. – 720 с.
6. Грищенко А. Д., Арсеньева Т. П. ТЕХНОЛОГИЯ СЛИВОЧНОГО МАСЛА Часть 1 – Учеб. пособие. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2000. – 115 с.

Spisok literatury:

Vyshemirskij F. A. Proizvodstvo slivochnogo masla. – M.: Agropromizdat, 1987. –272 s.

3. Bredihin S. A., YUrin V. N. Tekhnika i tekhnologiya proizvodstva slivochnogo masla i syra. – M.: KolosS, 2007. – 319s.: il.
4. Vyshemirskij F. A. Maslo iz korov'ego moloka i kombinirovanno – SPb.: Giord, 2004. – 720 s.
5. Grishchenko A. D., Arsen'eva T. P. TEKHNOLOGIYA SLIVOCHNOGO MASLA CHast' 1 – Ucheb. posobie. – SPb.: SPbGUNiPT, 2000. – 115 s.

УДК 658.5.012.7

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРИГТОВЛЕНИЯ ТЕСТА ДЛЯ ПЕЧЕНЬЯ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Травина Е.А. магистр каф. АБиТП, tea-922@mail.ru
к.т.н., доцент каф. АБиТП Лазарев В.Л., holod25@yandex.ru

Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет
Информационных Технологий, Механики и Оптики
Институт Холода и Биотехнологий

В данной статье исследовалась технология процесса приготовления теста как объект управления.

Ключевые слова: регулируемые параметры, тестомесительная машина, замес.

ANALYSIS OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF COOKING COOKIE DOUGH AS A CONTROL OBJECT

Travina E.A. master at the Department of ABTP, tea-922@mail.ru
Candidate of Engineering Sciences, docent Lazarev V.L.,
holod25@yandex.ru

St. Petersburg national research University of information technologies,
mechanics and optics
The Institute of refrigeration and biotechnologies

In this article, explore the technology of the process of preparation of the test as a control object.

Key words: adjustable parameters, mixing machine, kneading.

Кондитерские изделия в наше время есть практически в каждом доме. Они обладают ароматом, привлекательным видом и легко усваиваются организмом. Их любят взрослые и дети.

Процесс приготовления теста является одним из основных и наиболее продолжительным этапом, во многом предопределяющим качество будущего печенья. К основным операциям, качество выполнения которых

значительно влияет на технологические свойства теста, относят дозирование сырья и получение полуфабрикатов, их смешивание и замес .

От свойств теста в значительной степени зависит как дальнейшее его поведение при делении, формировке и выпечке, так и качество готовой продукции. В зависимости от установленного на кондитерских фабриках оборудования и выпускаемого сорта изделий тесто может приготавливаться порционно с применением тестомесительных машин и дозирующей аппаратуры периодического действия, а так же непрерывно с использованием тестомесительных машин и дозирующей аппаратуры постоянного действия.

Автоматизация технологических процессов является одним из решающих факторов повышения производительности и улучшения качества производимой продукции, а так же ее себестоимости . Внедрение специальных автоматических устройств способствует безаварийной работе оборудования, помогает исключить случаи травматизма.

Основным регулируемым параметром является поддержание влажности теста на выходе из тестомесительной машины. Влажность определяется с помощью сверхвысокочастотного влагомера. Этот параметр регулируется изменением расхода подаваемой в аппарат опары с добавками из станции дозирования.

Производительность тестомесительной машины поддерживается изменением расхода муки на входе при помощи многооборотного электрического исполнительного механизма и двигателя.

Осуществляется контроль температуры на всех этапах процесса. Управление температурой опары и теста сводится к поддержанию необходимой температуры воды, подаваемой на замес, с учетом температуры замешиваемой муки.

Поддерживается в заданных пределах такой параметр, как уровень в бункере весового дозатора муки. Обеспечивается дистанционное управление всеми двигателями .

Основными возмущениями являются изменения производительности тестомесительного аппарата и влажности опары. Ограничения регулирования параметров технологического процесса приготовления теста приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные ограничения процесса.

Аппарат	Параметр			Функции системы автоматизации
	Наименование и размерность	Номинальное значение	Предельное значение	
Весовой дозатор муки	Вес, кг	0,7	0,1-1	Показание, сигнализация
	Температура, °С	25	23-27	Показание, сигнализация
	Уровень, м	2	2,1	Показание, сигнализация

Станция дозирования	Температура, °С	29	34	Показание, сигнализация
	Расход, $м^3/с$	0,9	1	Показание, сигнализация
Тестомесильная машина	Влажность, %	28	25-40	Показание, сигнализация, регулирование
	Расход, кг/ч	800	840	Показание, сигнализация, регулирование
	Температура, °С	36	33-38	Показание, сигнализация

Следующим образом, задача управления в данном случае сводится к регулируемым параметрам: производительность тестомесительного аппарата, влажность и температура теста.

Из поставленной задачи в дальнейшем планируется разработать проектную документацию.

Автоматизация технологического процессоа является одним из решающих факторов повышения производительности и улучшения условий труда. Все существующие или строящиеся промышленные объекты в той или иной степени оснащаются средствами автоматизации.

Система автоматизации и управления производит сбор и обработку информации с технологического оборудования и выработку управляющих воздействий с целью оптимизации процесса.

Современный уровень развития микроэлементной и вычислительной техники позволяет внедрять высокоточные измерительные приборы и средства контроля, что в свою очередь приводит к повышению эффективности управления технологическим процессом.

Список литературы:

1. Ю. Г. Стегаличев, В.А. Балюбаш, В.Н. Замарашкина. Технологические процессы пищевых производств. Структурно – Параметрический анализ объекта управления, Ростов – на – Дону, Санкт – Петербург «Финикс»2006.

2. Карпин, Е.Б. Автоматизация технологических процессов пищевых производств / Е.Б. Карпин. М., 1985.

3. Лазарев В. Л. Теория энтропийных потенциалов, СПб.: Изд. Политехнического ун-та, 2012.

Spisok literatury:

1.Stegalichev, V.A. Balyubash, V.N .Zamarashkin. Tehnologicheskie process pischevyh proizvodstv. Structurno-parametricheskii analiz obiekta upravleniya, Rostov - na - Dony, Sanct - Peterburg "Finiks" 2006.

2.Karpin, E.B. Avtomatizatsiya tehnologicheskih processov pischevyh proizvodstv/ E.B. Karpin. M., 1985.

3. Lazarev VL Theory of entropic potential SPb .: Publishing. Polytechnic University, 2012.

УДК 658.5.012.7

МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ АСУ ТП С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Тхорук Д.К., магистр каф. АБиТП, denis-thoruk@mail.ru
к.т.н., с.н.с., заведующий каф. АБиТП Иванов В.Л., vniig-audit@mail.ru

Санкт-Петербургский Национальный Исследовательский Университет
Информационных Технологий, Механики и Оптики
Институт Холода и Биотехнологий

В данной статье исследовалось влияние мобильных технологий на АСУ ТП. Оценивалось возможное внедрение мобильных устройств в технологических процесс. Производилось тестирование SCADA-Mobile программы TeslaModbusSCADA на смартфоне LG Optimus G на базе OS Android 4.1.2.

Ключевые слова: мониторинг, SCADA-Mobile, мобильное устройство, удаленный доступ.

MONITORING AND CONTROL SYSTEM APCS USING MOBILE TECHNOLOGY

Tkhoruk D.K., master at the Department of ABTP, denis-thoruk@mail.ru
Candidate of Engineering Sciences, Senior Research Officer,
Head of The Department ABTP Ivanov V.L., vniig-audit@mail.ru

St. Petersburg National Research
University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

This article investigated the impact of mobile technology on the APCS. Assessed the possible introduction of mobile devices in the technological process. Testing was performed SCADA-Mobile TeslaModbusSCADA program on the smartphone LG Optimus G-based OS Android 4.1.2.

Keywords: monitoring, SCADA-Mobile, mobile, remote access.

Человеко-машинные интерфейсы (англ.: HumanMachineInterface или HMI), сделали значительный шаг вперед с тех пор, когда оператор должен был сидеть перед единственным монитором для того, чтобы наблюдать за оборудованием или всем технологическим процессом.

Современное производство характеризуется тенденцией к усложнению. Дело в том, что общество вступило в такую фазу развития, когда «дошли руки» до автоматизации наукоемких видов производств (пищевая промышленность, транспорт, химическая промышленность, энергетика, связь), которые в полной мере ранее не могли быть автоматизированы в силу многомерности и сложности процессов, протекающих в них.

Все это, несомненно, отложило отпечаток на свойства современных систем управления технологическим оборудованием и производством: они стали компьютеризированными. И не просто компьютеризированными. Они стали сетевыми. Промышленная сеть - сеть передачи данных, связывающая различные датчики, приборы, исполнительные механизмы, ПЛК, ЭВМ, мобильные устройства.

Залогом успешной деятельности любого высокотехнологичного производства является широкое применение современных высокоэффективных средств автоматизации, информатизации и компьютеризации. Бурное развитие мобильных устройств, использующих огромный потенциал современных телекоммуникационных технологий (Wi-Fi, 3G, LTE), предоставляет разработчику систем АСУ ТП широкий спектр возможностей для реализации задач по мониторингу и управлению создаваемыми системами.

Поскольку операторы, инженеры и руководители должны сегодня наблюдать за большим количеством процессов, происходящих в разнообразных условиях, доступ к данным SCADA удобнее будет получать с помощью мобильных устройств. Совсем недавно были созданы продукты SCADA-mobile, предлагающие широкий выбор методов удаленного доступа, и авторизованные пользователи могут получить доступ к данным с ПК, планшетов, коммуникаторов, использующих мобильные платформы на устройствах Android, IPhone, IPad. Удаленный доступ обычно осуществляется с помощью браузера, или специального приложения. Конечно, однозначно сказать какой метод лучше невозможно, так как в обоих случаях нужна привязка к конкретному технологическому процессу и оптимизация для небольшого по размерам экрана. Пользователям нужны приложения с размерами окна, оптимизированными для коммуникаторов на основе iOS и Android. Проблемой может стать слишком большое количество графической информации, которая замедлит загрузку данных в условиях с плохим сигналом сети мобильного оператора. Маленький размер экрана также может создать серьезные неудобства для пользователя, заставляя его постоянно прокручивать экран вверх-вниз.

Однако реализация доступа к данным SCADA через браузер должна осуществляться тщательно, так как данные необходимо предоставлять в формате, соответствующем возможностям аппаратной платформы.

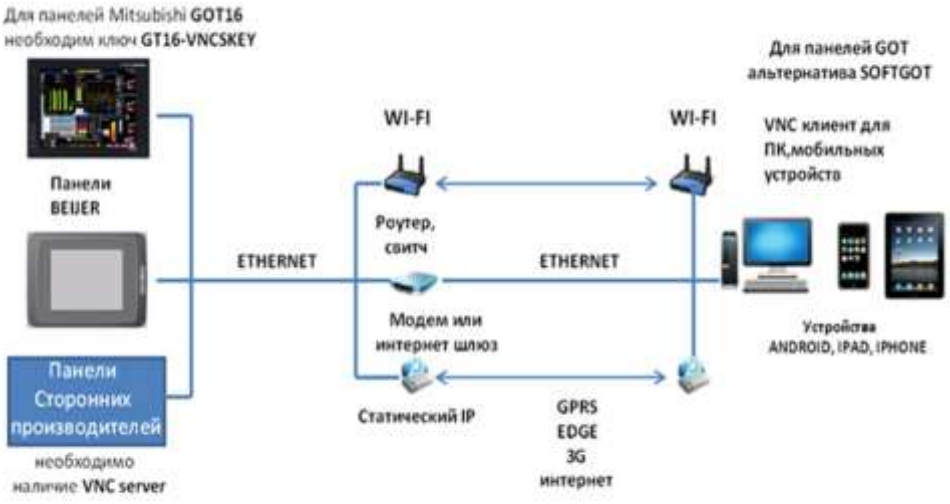
Основные понятия и определения

Мониторинг – наблюдение за состоянием объекта и его технологическими параметрами для определения и предсказания момента перехода в предельное состояние.

SCADA-mobile – приложение HMI/SCADA по мониторингу параметров технологических процессов, памяти программируемых логических контроллеров (ПЛК) и периферийных устройств (RTU) с экрана мобильного устройства. SCADA-mobile предоставляет интерфейс (HMI) для доступа к переменным и сигнализирует пользователя в случае выхода того или иного параметра за допустимый интервал.

Мобильные устройстваили мобильные компьютеры – это ряд устройств, который включает в себя смартфоны, планшеты, электронные книги, телефоны, КПК и нетбуки, главной особенностью которых является размер, а также количество выполняемых ими функций.

Удаленный доступ – очень широкое понятие, которое включает в себя различные типы и варианты взаимодействия компьютеров, сетей и приложений. Существует огромное количество схем взаимодействий, которые можно назвать удаленным доступом, но их объединяет использование глобальных каналов или глобальных сетей при взаимодействии, например,Wi-Fi, 3G, LTE.Кроме того, для удаленного доступа, как правило, характерна несимметричность взаимодействия, то есть с одной стороны имеется центральная крупная сеть или центральный компьютер, а с другой — отдельный удаленный терминал, компьютер или небольшая сеть, которые должны получить доступ к информационным ресурсам центральной сети.



ы

управления с помощью мобильных технологий

LTE (Long Term Evolution) - стандартмобильнойсвязи. LTE - главное улучшение стандарта 3G (thirdgeneration - третье поколение).В настоящее время называется 4G. Максимальная скорость до 300 Мбит/с на загрузку к абоненту и 50 Мбит/с от абонента.

Как это работает?

Была протестирована TeslaModbusSCADA система на базе OS Android 4.1.2 смартфона LG Optimus G. TeslaModbusSCADA - это мобильная SCADA-система для доступа к данным производства и управления с использованием коммуникационного стандарта - Modbus TCP.

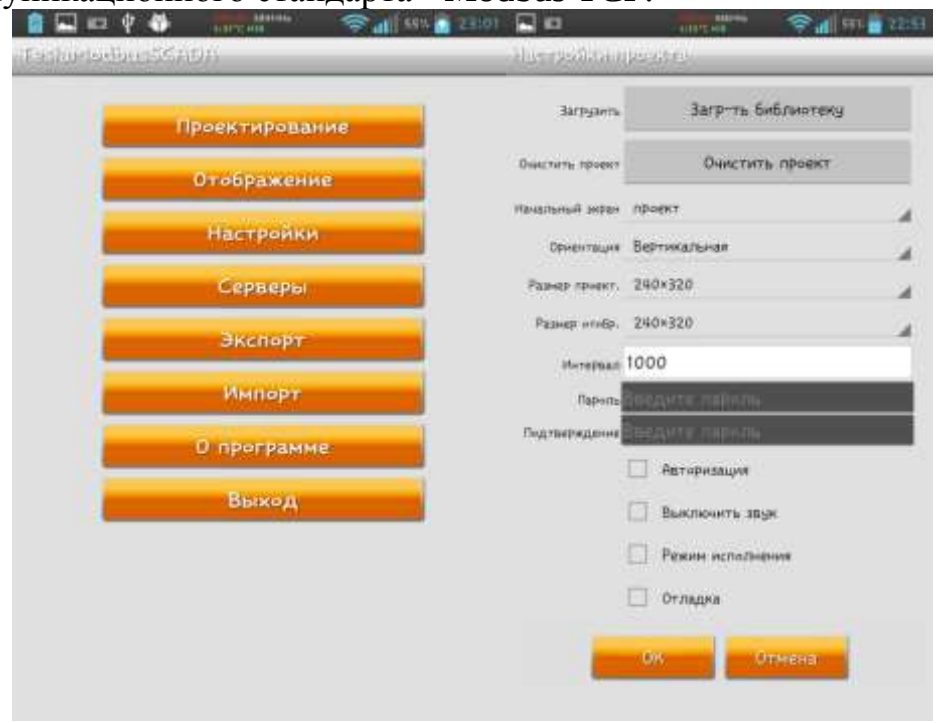


Рисунок 2. Интерфейс программы TeslaModbusSCADA

Modbus - это наиболее распространенный в наше время промышленный протокол. Работники могут получать информацию о производстве и иметь доступ к управлению данным производством в любое время и в любом месте, где есть интернет-сети. Можно реализовать визуальный контроль между устройством на базе OS Android и удаленными промышленными устройствами такими как расходомеры, компрессоры и т.д..

Рисунок 3. Мониторинг за технологическими параметрами с экрана смартфона

TeslaModbusSCADA позволяет осуществлять визуальный контроль за производством при помощи обычного мобильного устройства, смартфона или планшетного ПК без какой-либо промежуточной среды разработки. Для этого потребуется связь котроллера со смартфоном/планшетом (можно использовать в качестве панели оператора) либо по GSM (3Gили 4G) напрямую через GSM/GPRS модем, например, ОВЕН ПМ01 или удаленно через Web-сервер, либо по Wi-Fi,в зависимости от сети предприятия, его расположения, и технологических процессов.

Программа была протестирована на смартфоне с четырехъядерным процессором частотой 1.5 Гц, оперативной памятью в размере 2 Гб, диагональю экрана 4.7 дюйма с разрешение 768x1280. Никаких сбоев работы, зависаний в процессе проектирования простых объектов замечено не было. Конечно, специализированныепанели-оператора обладают большим экраном и более развитым аппаратным обеспечением. Однако это требует и больше расходов на внедрение, из-за более дорогих компонентов. Организация мониторинга и управления указанными способами, позволяет увеличить скорость технологических процессов, принятия управленческих решений руководителями отвечающими за бесперебойную работу предприятия вне зависимости от того где они находятся в данный момент. Инженерно-техническому и обслуживающему персоналу предприятия подобная система позволит держать под контролем важнейшие параметры производства. Пользователю системы для получения количественных и графических данных требуется минимум операций.

Все большее количество промышленных предприятий по всему миру уже получают выгоду от использования возможностей удаленного доступа к системам SCADA с помощью мобильных устройств. К сожалению, в России пока совершенствование технологических процессов путем интеграций телекоммуникационных и мобильных технологий в существующие информационные системы продвигается очень медленно. Безусловно, не все предприятия готовы к переходу к таким SCADA-системам, но некоторые из них уже пользуются преимуществами современных SCADA-систем:

1) В большинстве случаев, удаленный доступ предлагает большую гибкость, улучшает общую эффективность и понижает операционные расходы;

2) Для обслуживания производства требуется меньше персонала;

3) Руководство может принимать взвешенные решения на основе доступной информации, с целью повышения продуктивности, а обслуживающему персоналу нет необходимости посещать удаленные площадки для сбора данных.

В настоящее время это очень актуальный вопрос в развитии систем автоматизации, поскольку приблизить эпоху доступа к данным в любое время, из любого места и с помощью любой программно-аппаратной платформы, - удобно и экономично.

Список литературы:

1. Кангин В. В. «Аппаратные и программные средства систем управления. Промышленные сети и контроллеры»: учебное пособие / В. В. Кангин, В. Н. Козлов. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. — 418 с. : ил. — (Автоматика);

2. Федоров Ю.Н. «Порядок создания, модернизации и сопровождения АСУТП». - М.: Инфра-Инженерия, 2011. - 576 с.;

3. Приложение TeslaModbusSCADA взято с официального сайта компании http://teslascadarus.ucoz.ru.

Spisok literatury:

1. Kangin V. V. «Apparatnyeiprogrammnyesredstvasistemuprav-lenija. Promyshlennyesetiikontrollery»: uchebnoeposobie / V. V. Kangin, V. N. Kozlov. — M.: BINOM. Laboratorijaznanij, 2010. — 418 s.:il.— (Avtomatika);

2. FedorovJu.N. «Porjadoksozdanija, modernizaciiisoprovozhdenija ASUTP». - M.: Infra-Inzhenerija, 2011. - 576 s.;

3. PrilozhenieTeslaModbusSCADAvzjato s oficial'nogosajtakompaniihttp://teslascadarus.ucoz.ru.

УДК 62.503.56

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

ПАРОВОГО КОТЛА С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ ЕГО РАБОТЫ

Фролков Н. А., магистр каф. АБиТП, nikola9269@mail.ru
к.т.н., доцент каф. АБиТП Лазарев В.Л., holod25@yandex.ru

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
Институт холода и биотехнологий

Для оптимизации управления паровым котлом с точки зрения минимизации вредных выбросов в окружающую среду необходимо наличие математической модели, описывающей зависимость между его режимными параметрами и содержанием выбросов углекислого газа.

Ключевые слова: паровой котел, выбросы углекислого газа, регрессионный анализ, математическая модель, оптимизация.

THE STUDY OF THE FUNCTIONING OF THE STEAM BOILER IN ORDER TO OPTIMIZE ITS OPERATION MODES

Frolkov N. A., master at the Department of ABTP, nikola9269@mail.ru
Candidate of Engineering Sciences, docent Lazarev V.L., holod25@yandex.ru

St. Petersburg national research University of information technologies, mechanics and optics
The Institute of refrigeration and biotechnologies

To optimize the management of steam boiler in terms of minimizing harmful emissions into the environment requires a mathematical model that shows the relationship between his regime parameters and content of carbon dioxide emissions.

Keywords: steam boiler, emissions of carbon dioxide, regression analysis, mathematical model, optimization.

Успешное экономическое развитие страны во многом зависит от эффективного использования топливно-энергетических природных ресур-сов. Для претворения в жизнь решений, принятых в государственной программе «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года» [1], утвержденной распоряжением Правительства

Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р, необходимо проводить работу по исследованию и внедрению высокоэффективных и малозатратных процессов и техноло-гий, направленных на повышение энергоэкологической эффективности.

Концентрации загрязняющих веществ в городском воздухе часто

превосходят предельно допустимые значения, становятся опасными для здоровья человека, наносят материальный ущерб зданиям и сооруже-ниям.

Разработка методов и технологий, которые обеспечивают сниже-

ние выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и экономное пот-ребление органического топлива представляется актуальным направле-нием.

В данной статье проводилось исследование процессов функцио-

нирования парового котла с целью оптимизации режимов его рабо-ты с точки зрения выбросов углекислого газа в окружающую среду при сжигании жидкого топлива.

Исследуемый паровой котел является продукцией ОАО «Бийский

котельный завод» [2]. Это предприятие входит в ЗАО «ТЭП-Холдинг» − одна из крупнейших теплоэнергетических компаний России [3].

Данный паровой котел относится к широко распространённой серии котлов «ДКВр» или «Е». Котел «ДКВр» это двухбарабанный котел, вертикально-водотрубный, реконструированный. Эти котлы могут пот-реблять разнообразное топливо, обладают естественной циркуляцией во-ды и вырабатывают тепловую энергию в виде пара с заданными пара-метрами в зависимости от модификации котла [2].

Котлы «ДКВр» используются во многих автоматизированных котельных, которые находятся на балансе государственного унитарного предприятия «ТЭК СПб». Это предприятие отапливает и снабжает го-рячей водой порядка 12000 домов Санкт-Петербурга, в которых живет около 2,5 миллионов горожан [4]. Также абонентами предприятия яв-ляются больницы, школы, детские сады, многочисленные производствен-ные объекты.

Технологический процесс получения пара с заданными параметрами в котельной происходит с помощью разнообразного теплотехни-ческого оборудования и технических средств автоматизации [5].

Рассматриваемый котлоагрегат является сложной теплоэнергетической установкой, функционирующей в статических и динамических режимах. Этот котел состоит из большого числа разнотипных и повто-ряющихся элементов, которые объединены

технологическими связями материальных и энергетических потоков между ними. Он обладает вы-

сокими скоростями газов, большими габаритами, плотными компонов-ками поверхностей нагрева и другими особенностями [5-7].

Получение аналитического описания парового котла представляется

крайне затруднительным. В этой связи при разработке его математи-ческой модели котел исследовался с позиции «черного ящика». Ис-следуемый объект представлен в виде кибернетической системы, ко-

торая схематически изображена на рисунке 1 [8,9].

На рисунке 1 величина y является параметром оптимизации, пока-

зывающим содержание выбросов углекислого газа за котлом. Все па-раметры, воздействующие на значение y, обозначены x_i (i = 1,2,3,4) и яв-ляются влияющими факторами.

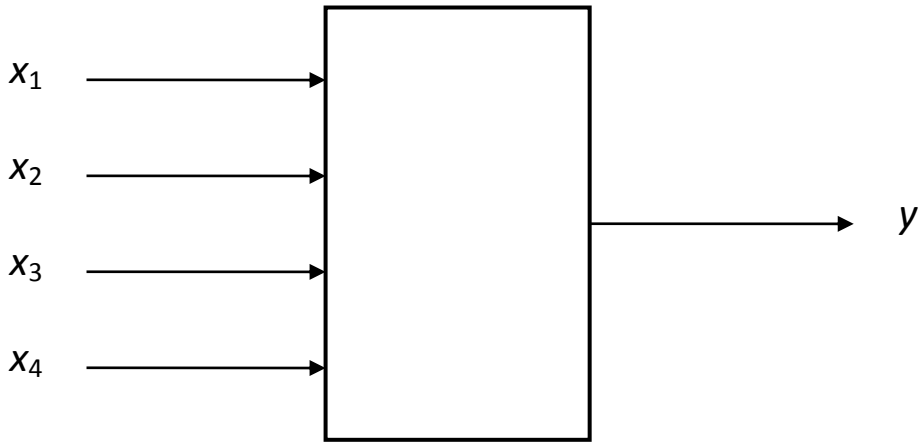


Рис. 1. Схема исследования парового котла с позиции «черного ящика»:

y - содержание выбросов углекислого газа за котлом;

x_1 - разрежение за котлом;

x_2 - давление мазута перед форсунками;

x_3 - давление воздуха перед горелками;

x_4 - расход мазута.

При математическом моделировании объекта исследования состав-

ляется уравнение, которое описывает зависимость параметра оптимиза-ции от указанных факторов. Это уравнение в общем виде можно за-писать так: $y = f(x_1, x_2, x_3, x_4)$, где символ f является функцией откли-ка.

В этом исследовании целесообразен пассивный эксперимент, так

как активный эксперимент требует больших материальных затрат и мо-жет помешать нормальному ходу технологического процесса получения пара в котельной.

Исследование процессов функционирования парового котла происходило на основании статистической информации о режимах его рабо-ты в процессе эксплуатации.

В таблице 1 приведены результаты исследования режимов работы котла.

Таблица 1 – Параметры режимов работы парового котла ДКВр-6,5-13ГМ

Наименование параметра, единица величины	Режимы работы парового котла								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Разрежение за котлом, Па	80	90	100	115	130	145	160	180	200
Давление мазута перед форсунками, Па	30	35	40	50	60	70	80	90	100
Давление воздуха перед горелками, Па	250	275	300	350	400	450	500	550	600
Расход мазута, кг/ч	231	248,5	266	378	490	527,5	565	598,5	632
Объемная доля углекислого газа за котлом, %	10,2	10,4	10,6	10,9	11,2	11,8	12,4	12,7	13

Паровой котел ДКВр-6,5-13ГМ характеризуется возможной паропроизводительностью 6,5 т/ч, рабочим (избыточным) давлением 1,3 МПа теплоносителя на выходе котла, температурой 194 ^{O}C насыщенного пара и оснащается горелками типа ГМ.

Для получения математической модели парового котла, описывающей зависимость между содержанием выбросов углекислого газа и его режимными параметрами, использовался метод регрессионного анализа статистических данных [10-12].

Все необходимые расчеты и математическое моделирование объекта исследования проводилось с помощью комплекса программ Mahtcad.

В процессе обработки статистических данных методом регрессионного анализа были получены различные виды моделей парового котла. Рассматривалась линейная, квадратичная и экспоненциальная форма ма-тематических моделей. Выбор окончательного варианта математической модели основывался на оценке её адекватности по величине коэффици-ента детерминации. Чем ближе его значение к единице, тем выше адекватность модели объекта исследования. В результате расчетов для всех составленных моделей коэффициент детерминации получился су-щественно близким к единице. Поскольку наиболее простой формой зависимости является линейная, то в этом случае предпочтителен вы-бор линейной модели для проведения дальнейших исследований.

Уравнение линейной регрессии имеет вид:

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = -0{,}055\,x_1 + 0{,}077\,x_2 + 0{,}015\,x_3 - 0{,}003478\,x_4 + 9{,}295.$$

Разработанная математическая модель котла ДКВр-6,5-13ГМ предназначена для мониторинга и оптимизации режимов его работы, обес-печивающих минимизацию вредных выбросов углекислого газа в окружающую среду.

Список литературы:

1. Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации: www.minenergo.gov.ru
2. Официальный сайт ОАО «Бийский котельный завод»: www.bikz.ru
3. Официальный сайт ЗАО «ТЭП-Холдинг»: www.tep-holding.ru
4. Официальный сайт ГУП «ТЭК СПб»: www.gptek.spb.ru
5. Соколов Б. А. Основы теплотехники. Теплотехнический контроль и автоматика котлов. – М.: Академия, 2013. – 128 с.
6. Соколов Б. А. Котельные установки и их эксплуатация. – М.: Академия, 2005. – 429 с.
7. Сергеев А. В. Справочное учебное пособие для персонала котельных. Тепломеханическое оборудование котельных. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: ДЕАН, 2012. – 256 с.
8. Адлер Ю. П. Введение в планирование эксперимента. – М.: Металлургия, 1968. – 155 с.
9. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1976. – 277 с.

10. Налимов В. В., Чернова Н. А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. – М.: Наука, 1965. – 340 с.
11. Пустыльник Е. И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. – М.: Наука, 1968. – 288 с.
12. Турчак Л. И., Плотников П. В. Основы численных методов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 304 с.

Spisok literatury:

1. Oficial'nyj sajt Ministerstva ehnergetiki Rossijskoj Federacii: www.minenergo.gov.ru
2. Oficial'nyj sajt OAO «Bijskij kotel'nyj zavod»: www.bikz.ru
3. Oficial'nyj sajt ZAO «TEHP-Holding»: www.tep-holding.ru
4. Oficial'nyj sajt GUP «TEHK SPb»: www.gptek.spb.ru
5. Sokolov B. A. Osnovy teplotekhniki. Teplotekhnicheskij kontrol' i avtomatika kotlov. – M.: Akademiya, 2013. – 128 s.
6. Sokolov B. A. Kotel'nye ustanovki i ih ehkspluataciya. – M.: Akademiya, 2005. – 429 s.
7. Sergeev A. V. Spravochnoe uchebnoe posobie dlya personala kotel'nyh. Teplomekhanicheskoe oborudovanie kotel'nyh. – 4-e izd., pererab. i dop. – SPb.: DEAN, 2012. – 256 s.
8. Adler YU. P. Vvedenie v planirovanie ehksperimenta. – M.: Metallurgiya, 1968. – 155 s.
9. Adler YU. P. Planirovanie ehksperimenta pri poiske optimal'nyh uslovij. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Nauka, 1976. – 277 s.
10. Nalimov V. V., CHernova N. A. Statisticheskie metody planirovaniya ehkstremal'nyh ehksperimentov. – M.: Nauka, 1965. – 340 s.
11. Pustyl'nik E. I. Statisticheskie metody analiza i obrabotki nablyudenij. – M.: Nauka, 1968. – 288 s.
12. Turchak L. I., Plotnikov P. V. Osnovy chislennyh metodov. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: FIZMATLIT, 2003. – 304 s.

УДК 53.08

ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ПОНЯТИЯ «ВЛАЖНОСТЬ ГАЗОВ»

Шадрина Ю.А., магистр каф. АБиТП, shadrinayu@gmail.com
д.т.н., профессор каф. АБиТП Бегунов А.А., begunov38@mail.ru

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
Институт холода и биотехнологий

Под влажностью газов следует понимать собирательное понятие, отражающее присутствие в газовой среде молекул воды. Количественно влажность газов выражают влагосодержанием и влагосостоянием. Влагосодержание газов есть синоним концентрации влажного газа.

Ключевые слова: влажность газов.

PHYSICAL MEANING OF THE CONCEPT «HUMIDITY OF THE GASES»

Shadrina Y.A., master at the Department of ABTP, shadrinayu@gmail.com
Doctor of technical Sciences, Professor at the Department of ABTP
Begunov A.A.,
begunov38@mail.ru

St. Petersburg National Research
University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies

The humidity of gases should be understood as collective concept showing the presence of water molecules in gas environment. Quantitatively it is expressed by moisture content. Moisture content is a synonym to concentration of humid gas.

Keywords: humidity of gases

1. Постановка задачи

Ниже на примере измерения влажности газообразных систем проиллюстрирована методология подхода к решению проблемы единства аналитических измерений. Прежде всего с позиции необходимости понимания физической сущности измеряемого свойства. Важным выводом, полученным по результата приведенного анализа, является доказательство того факта, что гигрометрия, ранее считавшаяся видом измерения, фактически (именно исходя из физической сущности измеряемого свойства) представляет композицию двух самостоятельных видов измерений, к каждому из которых должен быть свой подход построения систем обеспечения единства измерений.

При построении систем обеспечения единства измерений влажности газов (как, впрочем, и в любом другом случае) возникает прежде всего естественный вопрос, что такое *влажность газообразных систем* — физическая величина или собирательное понятие? Это связано с тем, что влажность газов выражают несколькими характеристиками и единицами (таблица), по-существу, имеющими неоднозначное содержание. Так, если влажность газов это физическая величина, то какова физическая сущность описываемого ею измеряемого свойства и какова единица измерения? Приведенное в достаточно авторитетном источнике (Большая Техническая

Энциклопедия) и весьма типичное определение «влажность воздуха — содержание водяного пара в воздухе» с метрологической точки зрения бессодержательно.

В самом деле, если это характеристика состава, то причем здесь относительная влажность, температура точки росы и некоторые другие величины, используемые в гигрометрии. Какова ее единица: 1 %, 1 К, 1 ppm, 1 Па (?) — ведь все они применяются в гигрометрии. Если же это лишь понятие, объединяющее различные физические величины, то, во-первых, к нему не применимы словосочетания «измерение влажности газов» и что в таком случае считать физической величиной, размер какой единицы воспроизводить эталоном, сколько систем воспроизведения единиц следует создавать в гигрометрии?

Все эти вопросы имеют принципиальное значение. От ответа на них зависит не только создание рациональной системы обеспечения единства измерений, способ воспроизведения и передачи размера единицы, но и правильное развитие гигрометрии, обоснованная направленность в разработке приборов и их экономически и физически оправданное использование.

Ниже раскрывается физическая сущность измеряемого свойства в гигрометрии и дается толкование понятия «влажность газов».

2. Физическая сущность понятия «влажность газов»

Физическая сущность этого понятия становится ясной, если обратить внимание, что измерения, связанные с присутствием влаги в газовой среде, фактически делятся на два вида:

первый — оценка *состава* влажного газа как газовой смеси, где определяемым компонентом является газообразная вода;

второй — оценка *термодинамических состояние* водяного пара, содержащегося во влажном газе.

Выделение этих двух групп измерительных задач связано с тем, что влага в газовой среде может проявлять свойства *газа* и *пара*. Это принципиально разные физические свойства.

Таблица 1

Характеристики влажности газов (фрагмент)

Наименование характеристики	Обозначение	Определяющее уравнение	Единица величины
характеристики влагосостояния			
парциальное давление водяного пара	P		Па
дефицит насыщения	d	$P_н$-P	Па
температура точки росы (льда)	τ	f($P_н$)	^oC
дефицит температуры точки росы	Δτ	t - τ	^oC
относительная влажность	Ψ	$P_н$ - P	доля, %

характеристики влагосодержания			
абсолютная влажность, массовая концентрация воды	a	$m_в/V$	г/см^3
отношение смеси, влажность, массовая доля воды	W	$m_в/ m$	доля, %
объемная доля воды	U_{vv}	$V_в/V$	доля, %
молярная доля воды	U_{nn}	$n_в/n$	доля, %
влагосодержание, массовое отношение воды	U_{mm}	$m_в/(m- m_в)$	доля, %
m-масса, n- количество вещества, P - давление, Pн –давление насыщения, t – температура системы, τ – температура точки росы (льда), индекс «в» относится к влаге, без индекса – к системе			

Если влагу рассматривать как *газ*, объектом измерения является непосредственно влажный газ как бинарная (или квазибинарная) система, а конечная цель измерений при этом состоит в установлении его свойств в зависимости от концентрации в ней газообразной воды (например, теплотворной способности топлив, электропроводности и др.). Фактически это подзадача газоаналитических измерений и при ее решении используют одни и те же количественные характеристики (в таблице — характеристики влагосодержания не исчерпывают всех величин концентрации), но нередко называемые традиционно иначе: отношение смеси, абсолютная влажность и т. д. Для терминологического удобства будем их называть *влагосодержанием* газов.

Вторая задача связана со свойством водяного *пара*конденсироваться в естественных условиях. Хотя таким свойством обладают и многие другие вещества: ацетон, бензин, эфир и т. д., но его количественно оценивают, в основном, для воды.

Таким образом, при решении второй обозначенной задачи, которую назовем измерением величин *влагосостояния*, объектом измерения является не влажный газ, не система в целом, а именно водяной пар. Конечная цель измерений при этом — количественная оценка свойств окружаемых влажным газом предметов, определение направления и скорости протекания процессов в зависимости от термодинамического состояния водяного пара во влажном газе. Например, скорость сушки или образование конденсата, физические и физико-химические и многое другие свойства. Движущей силой всех этих процессов является не концентрациягазообразной воды, а отклонение данного термодинамического состояния водяного пара от предельного, насыщенного.

3. Характеристики влажности газов

Термодинамическое состояние вообще может быть однозначно задано двумя любыми параметрами состояния (рисунок). В рассматриваемом случае, когда рабочее состояние должно быть задано по отношению к состоянию насыщения (как в гигрометрии), для количественной

характеристики движущей силы достаточно использовать только один параметр, но оценивая его значениями в данном (рабочем) и предельном (насыщенном) состояниях. Способ задания этих значений параметра состояния зависит от характера термодинамического процесса, которым водяной пар может быть переведен из рабочего состояния (точка 1) в насыщенное: при изотермическом процессе — это точка 3, при изобарическом точка 2. При иных процессах: адиабатическом, политропическом и др. будут другие способы задания точки насыщения, например, точка 4. Однако в любом случае количественной характеристикой движущей силы относительно положения рабочей точки 1 может быть либо отношение соответствующих значений этого параметра, либо их разность: при изотермическом процессе — разность значений давления P_1 и P_2 и их отношение, при изобарическом разность или отношение значений температуры T_2 и T_1.

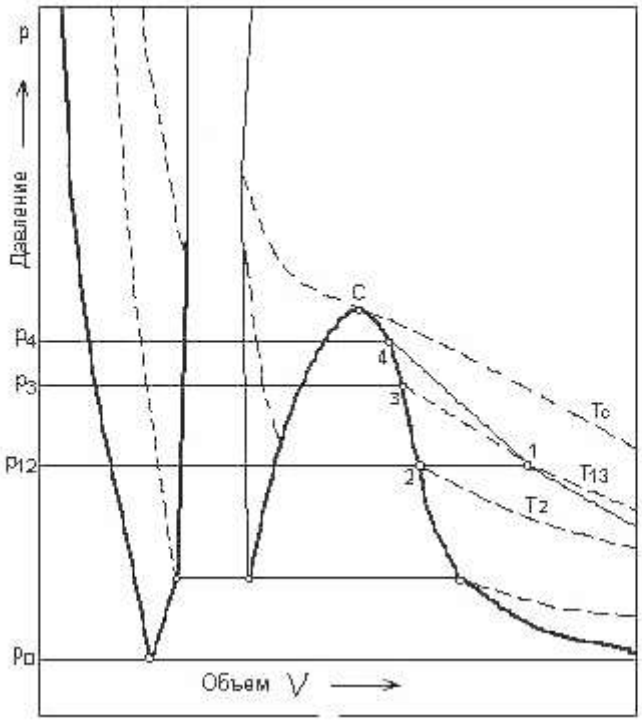


Рис. 1 Диаграмма термодинамического состояния воды

В принципе для этих целей можно использовать соответствующие значения энтропии, энтальпии и других термодинамических параметров. На практике применение нашли только три, известные как *относительная влажность* (P_1/P_2), *дефицит насыщения* ($P_2 - P_1$) и *дефицит температуры точки росы* ($T_2 - T_1$). Причем последняя обычно формально подменяется только значением температуры точки росы T_2, что, однако, в рассматриваемом случае информативно также недостаточно, как и указание значения только парциального давления P_1 или P_2. Фактически измерительная информация всегда в таких случаях добавляется значением рабочей температуры T_1 или давления насыщения P_2. Четвертая из названных характеристик T_1/T_2 (назовем ее относительной температурой точки росы) не

применяется, но представляется более удобной при малых значениях, чем относительная влажность.

Из сказанного следует важный вывод о том, что в определениях характеристиквлагосостояния кроме их структуры (определяющего уравнения) необходимо указывать термодинамический процесс, которым водяной пар в процессе измерения переводится из рабочего в насыщенное состояние.

Принципиальное различие между характеристиками влагосостояния и влагосодержания можно показать на следующих полярных ситуациях. Поскольку в основе первых лежит обязательно один из параметров состояния насыщения, то они применимы только в докритической области, т. к. выше точки критического состояния С(T_c) они просто теряют смысл. В то же время характеристики влагосодержания не связаны с состоянием насыщения и справедливы в любых условиях. В свою очередь, последние применимы только для газообразной смеси, в то время как правомочно говорить, например, об относительной влажности или температуре точки росы чистого водяного пара. При этом влияние сопутствующего сухого газа в смеси имеет второстепенное значение.

Таким образом *под влажностью газов следует понимать собирательное понятие, отражающее присутствие в газовой среде молекул воды*. Количественно влажность газов выражают влагосодержанием и влагосостоянием. Влагосодержание газов есть синоним концентрации влажного газа. Влагосостояние газов следует считать обобщенным понятием, объединяющим величины, характеризующие относительное термодинамическое состояние водяного пара. Его выражают величинами, представляющими собой отношение или разность значений определенных (одних и тех же) термодинамических параметров при рабочем и насыщенном состояниях.

4. Методы и средства измерений в гигрометрии

Анализ физической сущности методов и средств измерений, используемых в гигрометрии, показывает, что они, как и характеристики влажности газов, достаточно четко делятся на те же две группы. Отличительным признаком приборов влагосодержания является прямое или косвенное разделение влажного газа на два основных компонента: влагу и сухой газ с последующим измерением количеств каждого из них тем или иным способом. В связи с этим приборы, реализующие методы этой группы, имеют, как правило, два основных блока (в явном или неявном виде), каждый из которых вырабатывает сигнал о количестве соответствующего компонента. В целом эти методы и приборы воспроизводят одну из единиц влагосодержания. Методы влагосостояния позволяют измерять одну из величин этой группы, причем процесс измерения происходит обязательно без разрушения анализируемой среды. Как правило, измерения при этом проводят при установившемся гигродинамическом равновесии или при постоянной скорости массообмена между водяным паром, находящимся в

анализируемой среде, и влагой, сорбированной чувствительным элементом первичного приемного преобразователя.

В соответствии с этим на указанные две группы делятся средства измерения по диапазону и погрешности измерения. Приборами влагосодержания освоен значительно больший диапазон измерения (в пересчете на общую единицу измерения — молярную долю влаги), однако в совпадающем интервале минимальная погрешность для этой группы в два раза выше, чем для приборов влагосостояния.

Список литературы:

1. Бегунов А.А.
Метрология. Аналитические измерения в пищевой и перерабатывающей промышленности: Учебник для вузов. 2013. – 464 с.

Spisok literatury:

1. Begunov A.A.
Metrologija.Analiticheskie izmerenija v pishhevoj i pererabatyvajushhej promyshlennosti: Uchebnikdljavuzov. 2013. – 464 s.