

Т.Н. Толстоухова, И.В. Назаров, А.В. Лавров,
С.М. Михайличенко, А.И. Купreenko, В.И. Пляка

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ОБОРОТНОЙ ТАРЫ НА ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ



МОНОГРАФИЯ



РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева

Москва, 2025

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Т.Н. Толстоухова, И.В. Назаров, А.В. Лавров, С.М. Михайличенко,
А.И. Купреенко, В.И. Пляка

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ОБРАБОТКИ ОБОРОТНОЙ ТАРЫ НА ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ
ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Монография

Г. Москва, 2025

Рецензенты:

Несмиян А.Ю. – д. техн. н., профессор, профессор кафедры «Технологии и средств механизации агропромышленного комплекса» Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ;

Бахчевников О.Н. – к.техн. н., старший научный сотрудник отдела переработки продукции растениеводства ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской».

Перспективные технологии обработки оборотной тары на перерабатывающих предприятиях: монография / Т.Н. Толстоухова, И.В. Назаров, А.В. Лавров, С.М. Михайличенко, А.И. Куприенко, В.И. Пляка. – М.: ООО «Сам Полиграфист», 2025. – 105 с.

ISBN 978-5-00227-610-3

В монографии рассматриваются научные основы и прикладные аспекты использования свойства анолита и католита для проведения процесса мойки тары, предложено устройство получения электроактивированной воды применительно к банкомоечной машине.

Приведены результаты исследования по влиянию анолита и католина на физическую чистоту тары и микроорганизмы. Приведены результаты исследования влияния параметров форсунок на качество отмывания поверхности тары, зависимость мощности электроактиватора от pH активированной воды.

Монография предназначена для научных работников, преподавателей, аспирантов, магистров и бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 и 35.06.04 «Агроинженерия» и специалистов сельского хозяйства.

ISBN 978-5-00227-610-3

УДК: 636.085

© Толстоухова Т.Н., И.В. Назаров, А.В. Лавров,
С.М. Михайличенко, А.И. Куприенко, В.И. Пляка, 2025
© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ТАРА И ВИДЫ ЕЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ	7
1.1. Виды тары, применяемой на перерабатывающих предприятиях..	7
1.2. Стекланная тара	14
1.3. Металлическая тара	18
1.4. Виды загрязнений многооборотной тары	19
1.5. Способы мойки тары	26
1.6. Машины для мойки тары	32
1.7. Требования к процессу мойки тары	42
1.8. Моющие растворы для мойки тары	45
2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА МОЙКИ ТАРЫ..	52
2.1 Теоретические исследования влияния ПАВ и поверхностного натяжения воды на процесс интенсификации мойки тары	52
2.2 Теоретические исследования влияния электроактивированной воды на процесс интенсификации мойки тары	55
2.3 Обоснование применения активированной воды в машинах для мойки тары	60
2.4 Теоретические исследования влияния гидродинамического действия моющей струи на процесс мойки тары	67
2.5 Обоснование мощности электроактиватора	69
3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	71
3.1 Методика определения уровня рН анолита и католита и его влия- ния на качество мойки консервной тары	71
3.2 Методика определения параметров форсунки	74
3.3 Приборы и материалы	79
4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	81

4.1 Экспериментальные исследования влияния электроактивированной воды на процесс интенсификации мойки тары	81
4.2 Экспериментальные исследования влияния гидродинамического действия моющей струи и параметров форсунки на процесс мойки тары	86
4.3 Аналитическое обоснование мощности электроактиватора	88
5 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИИ БАНКОМОЕЧНОЙ МАШИНЫ	91
5.1 Расчет капитальных вложений	91
5.2 Расчет эксплуатационных затрат	94
5.3 Расчет энергоемкости процесса	96
5.4 Определение годовой экономии	97
5.5 Динамические показатели эффективности капитальных вложений	97
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	100
ЛИТЕРАТУРА	101

ВВЕДЕНИЕ

Консервы занимают в Российской Федерации одно из первых мест по объемам потребления. Это обусловлено рядом причин: широкий ассортимент консервов; рост благосостояния потребителей; повышение спроса на готовые блюда в связи с ускорением темпа жизни; длительный срок хранения консервов; отсутствие специальных условий хранения; удобство в употреблении; сокращение объема домашних консервных заготовок.

Для производства консервов требуются специальные подготовки сырья, специй и тары, которые протекают на различных технологических линиях при соблюдении определенных условий.

Одним из важных процессов, который напрямую влияет на сохранность продукта и сроки его хранения является подготовка тары. Тара используется для окончательной укупорки продукта или применяется для промежуточного хранения сырья или готового продукта в технологической линии.

В технологических линиях перерабатывающих предприятий используют операции мойки тары как пустой, так и укупоренной. Чистота тары оказывает непосредственное влияние на сохранность продукта. Перед укупоркой в тару продукта она должна быть подвергнута проверке на физическую чистоту для этого тару подвергают мойке в таромоечных машинах с применением специальных моющих средств, рассчитанных на удаление наиболее трудноудаляемых загрязнений. Для более эффективного действия моющего раствора его подвергают нагреву до высоких температур (80...90 °).

Наряду со многими достоинствами все моющие средства имеют и ряд существенных недостатков, основные из которых – наличие химических веществ, которые остаются на поверхности тары и оставляют следы после ополаскивания, оказывают негативное влияние на экологию, требуют соблюдения мер безопасности при их использовании, имеют высокую стоимость.

Поэтому поиск новых, экологически чистых, не затратных средств и способов обработки мойки пустой и наполненной тары как стеклянной новой и оборотной, так и металлической является актуальным.

В данной работе раскрываются следующие вопросы:

1. Режимы мойки тары моющими растворами и виды загрязнений новой и оборотной тары.
2. Степень влияния электроактивированной воды (аналита и католита) на чистоту отмывания поверхности тары и развитие микроорганизмов.
3. Влияние параметров форсунки шприцевальных машин на качество мойки тары.

1 ТАРА И ВИДЫ ЕЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

1.1 Виды тары, применяемой на перерабатывающих предприятиях

На перерабатывающих предприятиях, независимо от отрасли (пищевая, химическая, переработка отходов и т.д.), тара играет ключевую роль в обеспечении хранения, транспортировки и защиты сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Выбор типа тары определяется свойствами перерабатываемого материала, требованиями к гигиене, безопасности и экономичности.

Разнообразие видов сырья и готовой продукции, отличающихся физико-химическими (плотность, твердость, шероховатость и др.) и биологическими свойствам, агрегатным состоянием и другими признаками, требует наличия различной тары, которую можно классифицировать по следующим признакам [1,2]:

- по функциональным признакам: потребительская, групповая, производственная, транспортная;
- по условиям эксплуатации: одноразовая, возвратная, многооборотная;
- по материалу изготовления: стеклянная, пластиковая, деревянная, металлическая, картонная;
- по герметичности: герметичная, негерметичная;
- по прочности: прочная, хрупкая;
- по способности к штабелированию: штабелируемая, нештабелируемая;
- по размерам: крупногабаритная, малогабаритная.

Классификационная схема видов тары представлена на рисунке 1.1. Рассмотрим эти виды тары.

По функциональным признакам:

- *Потребительская тара* предназначена для первичного упаковывания пищевых продуктов или полуфабрикатов в расфасовке по объему и массе,

удобной потребителю. К потребительской таре можно отнести ящики, банки, бутылки.

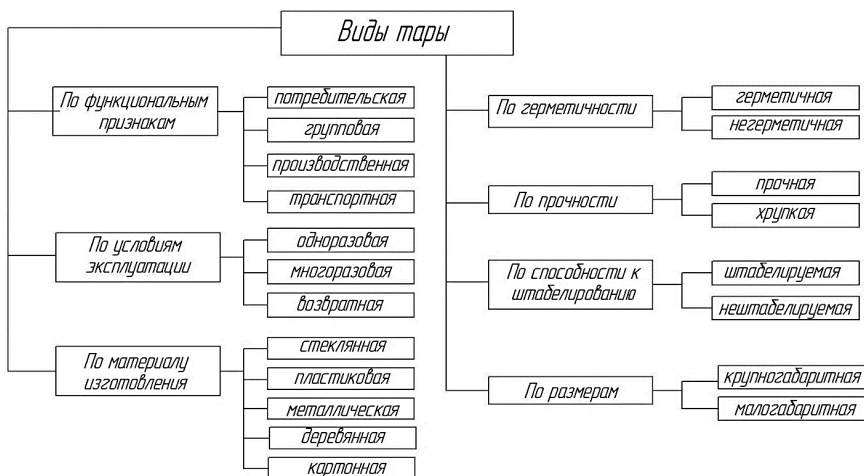


Рисунок 1.1 – Классификация видов тары



Рисунок 1.2 – Потребительская тара

– *Групповая тара* служит для комплектации и укрупнения партий изделий, предварительно упакованных в потребительскую тару для более удобной транспортировки, а также защиты товара от воздействий агрессивных факторов окружающей среды и механических нагрузок.

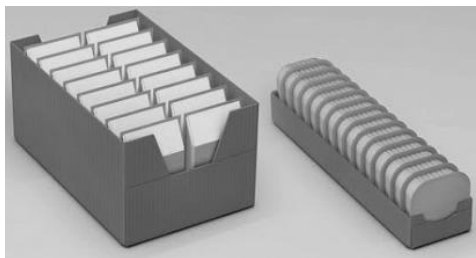


Рисунок 1.3 – Групповая тара

– *Производственная тара* используется для упаковывания, перемещения и хранения полуфабрикатов и сырья внутри или между цехами пищевого предприятия. По условиям эксплуатации производственная тара является многооборотной.



Рисунок 1.4 – Производственная тара

– *Транспортная тара* – это самостоятельная транспортная единица, вмещающая и объединяющая товарную продукцию, предварительно упакованную в потребительскую, а зачастую и в групповую тару. Транспортная тара должна обеспечивать и гарантировать защиту и сохранность изделия и внутренней упаковки от воздействия внешних факторов при перевозке и перегрузке.

Существуют следующие виды транспортной тары: ящики, бочки, фляги, баллоны, мешки, поддоны и т.д.



Рисунок 1.5 – Транспортная тара

По условиям эксплуатации:

– *Одноразовая тара* предназначена для разовой упаковки продукта. Такая тара обычно изготовлена из материалов, которые не выдерживают больших нагрузок по прочности. Как правило, к такой таре относят картонную тару и пластиковую потребительскую. Такая тара не подлежит мойке.



Рисунок 1.6 – Одноразовая тара

– *Возвратная и многооборотная тара* предназначена для многократного использования и, соответственно, должна выдерживать значительные повторяющиеся механические нагрузки, а, следовательно, должна быть выполнена из наиболее прочных материалов, таких как металл, стекло, дерево, полимеры и их различные комбинации.



Рисунок 1.7 – Возвратная и многооборотная тара

– *Многооборотная тара* нашла широкое применение на всех типах перерабатывающих предприятий: мясоперерабатывающие цеха, молочные заводы, консервные заводы, маслозаводы и т.д. Такая тара должна удовлетворять потребностям производства, т.е. выполнять свою функцию, а, следовательно, находиться в чистоте.

По материалу изготовления тара классифицируется на следующие виды:

Металлическая тара:

– *Бочки*. Используются для хранения и транспортировки жидких и сыпучих материалов, таких как масла, жиры, химические вещества, концентрированные соки и т.д. Бочки могут быть стальными, алюминиевыми или из нержавеющей стали. Обладают высокой прочностью и долговечностью.

– *Фляги (бидоны)*. Применяются для транспортировки и кратковременного хранения молока, воды, жидких пищевых продуктов и химических веществ.

– *Канистры*. Используются для хранения и транспортировки жидкостей, в основном химических веществ, но могут применяться и для пищевых продуктов (например, масла).

– *Банки и консервные банки*. Используются для фасовки и хранения консервированных продуктов, соусов, напитков и т.д.

– *Емкости и резервуары.* Крупногабаритные емкости для хранения больших объемов жидкостей и сыпучих материалов. Могут быть стационарными или мобильными (цистерны).

Полимерная тара (пластиковая тара):

– *Бочки и канистры.* Аналогичны металлическим бочкам, но изготовлены из полимерных материалов (полиэтилен, полипропилен и т.д.). Легче металлических, устойчивы к коррозии, но менее прочные.

– *Ящики.* Используются для транспортировки и хранения фруктов, овощей, мяса, рыбы и других продуктов. Могут быть штабелируемыми для оптимизации использования складского пространства.

– *Контейнеры.* Используются для транспортировки и хранения сыпучих материалов, гранулированных продуктов и отходов.

– *Бутылки.* Используются для розлива напитков, масел, соусов и других жидких продуктов.

– *Пакеты и пленки.* Используются для упаковки сыпучих и твердых продуктов, а также для защиты продукции от влаги и загрязнений.

Стеклянная тара:

– *Бутылки.* Используются для розлива напитков, соусов, масел, косметических средств и других жидких продуктов. Обеспечивают высокую степень защиты продукта и экологически безопасны.

– *Банки.* Используются для консервирования, хранения соусов, джемов, варенья и других продуктов.

– *Флаконы.* Используются для фасовки косметических средств, лекарственных препаратов и химических реактивов.

Деревянная тара:

– *Ящики.* Используются для транспортировки и хранения фруктов, овощей, мяса, рыбы и других продуктов. Менее гигиеничны, чем пластиковые ящики.

– *Поддоны (паллеты).* Используются для формирования грузовых единиц и облегчения транспортировки и складирования продукции.

Картонная и бумажная тара:

– *Коробки*. Используются для упаковки готовой продукции, сыпучих материалов и полуфабрикатов.

– *Мешки*. Используются для упаковки сыпучих материалов (мука, сахар, зерно и т.д.).

– *Бумажные пакеты*. Используются для упаковки небольших объемов продукции.

При упаковке и хранении продукта тара должна отвечать ряду требований:

– быть прочной и надежной. Тара должна выдерживать нагрузки, возникающие при транспортировке и хранении.

– быть герметичной. Тара должна обеспечивать защиту продукта от воздействия внешней среды (влаги, кислорода, микроорганизмов).

– быть гигиеничной. Тара должна легко очищаться и дезинфицироваться.

– быть безопасной. Материалы, из которых изготовлена тара, не должны выделять вредных веществ.

– быть удобной в использовании. Тара должна быть удобной для загрузки, выгрузки, транспортировки и складирования.

– быть экономичной. Тара должна быть доступной по цене и обеспечивать оптимальное соотношение цены и качества.

– возможность переработки и повторного использования. Предпочтение отдается таре, которая может быть переработана или использована повторно.

Выбор правильного типа тары является важным фактором, влияющим на качество продукции, эффективность производственных процессов и экологическую безопасность перерабатывающего предприятия.

Таким образом, из всего многообразия видов тары для нас наибольший интерес представляет возвратная (многооборотная) тара стеклянная, пластиковая или металлическая.

1.2 Стекла́нная тара

Стекла́нная тара (ГОСТ 5717-70), поступающая на производство, должна быть бесцветной или полубелой (допускается слабый зеленоватый или голубоватый оттенок), механически прочной, устойчивой к температурным воздействиям и химически стойкой по отношению к консервируемому продукту [1].

Стекла́нные банки каждого типоразмера должны иметь определенные линейные размеры и горло правильной цилиндрической формы, чтобы при укупоривании банок крышками была обеспечена герметичность. Так как в процессе стерилизации внутри стекла́нных банок с продуктом создается довольно высокое давление, то банки вместимостью до 1 л должны выдерживать внутреннее давление 490 кПа (5 ат).

Основными аргументами в пользу выбора этого вида упаковки служат такие показатели как:

- экономичность (тару можно использовать многократно),
- безвредность (стекла́нная тара не изменяет качество продукта и не насыщает его вредными элементами),
- экологичность (утилизация и переработка тары не наносит вред окружающей среде),
- доступность (стекла́нная тара имеет невысокую стоимость, изготавливается согласно определённым общепринятым стандартам, совместима с разнообразным промышленным оборудованием и производится практически во всех регионах России),
- долговечность (продукты в стекла́нной таре имеют самый длительный срок хранения).

Наиболее распространенным видом ёмкостей для фасовки плодово-ягодных (компоты, соки, джемы, варенье, пасты, соусы, пюре) являются банки и бутылки из стекла различной формы и вместимости.

В консервной промышленности чаще применяются следующие объемы тары:

– банки: 100 см³; 350 см³; 500 см³; 750 см³; 800 см³; 1000 см³; 2000 см³; 3020 см³; 5000 см³; 10000 см³;

– бутылки: 200-250 см³; 500 см³; 750 см³; 1000 см³.

В России на протяжении многих десятилетий производство стеклянной тары осуществляется согласно утвержденным ГОСТам (ГОСТ 5717-81, ГОСТ 24639-81) и требованиям. На сегодняшний день стеклянная тара изготавливается по действующему ГОСТу 5717.1-2021 Банки и бутылки для консервирования пищевой продукции [1]. Настоящий стандарт устанавливает основные требования безопасности банок и бутылок, технические требования к качеству, правила приемки, методы контроля, требования к упаковке, маркировке, транспортированию, хранению и условиям эксплуатации.

В зависимости от назначения тары банки и бутылки классифицируют на следующие группы: Б, БК, БС [1].

Таблица 1.1 Группы стеклянной тары и их назначение

Группы	Назначение тары
Б	Бутылки для растительных масел, соков, кетчупов, соусов и аналогичной пищевой продукции
БК	Банки для промышленного и домашнего консервирования
БС	Банки для сыпучей пищевой продукции

Стеклянная тара в обязательном порядке подвергается контролю качества. Контролю подлежат следующие параметры тары: вместимость тары, общая высота, диаметр тары, толщина стенок и дна, размеры венчиков горловины.

Форма, тип венчика горловины банок и бутылок должны соответствовать рисункам (чертежам) по ГОСТ 5717.2, ГОСТ 34272, ГОСТ 34273, ГОСТ 34406, ГОСТ 34578, технической документации изготовителя на конкретные виды банок и бутылок.

В соответствии с данными нормами стеклянные ёмкости подразделяются на три вида. Эти виды различаются способом укупорки, которые, согласно ГОСТ 5717.2 подразделяют на следующие типы:

- I (обкатной), II (обжимной), III (резьбовой) — для банок;
- III (резьбовой) — для бутылок.

Укупорка тары методом обкатки — это процесс закрытия тары с использованием крышки и роликов, которые плотно обкатывают (обжимают) края крышки под ободок горлышка тары, создавая герметичное уплотнение. Этот метод широко применяется для укупорки жестяных и алюминиевых крышек на стеклянных банках.

Укупорка тары методом обжима — это способ герметизации горловины бутылки или флакона с помощью специальной головки или роликов, которые сжимают и деформируют крышку, надежно фиксируя ее на таре и обеспечивая непроницаемость соединения.

Укупорка тары резьбовым методом — это процесс закрытия бутылок и банок с помощью винтовых крышек, при котором крышка накручивается на резьбовую горловину тары вращающимся укупорочным механизмом.

Контролируемые размеры: диаметр укупорочного кольца венчика горловины типов I и II и наружный диаметр резьбы венчика горловины типа III. Значения контролируемых размеров указывают на рисунках (чертежах) конкретных видов банок и бутылок.

Отечественная тара совместима с оборудованием (как отечественным, так и импортным) для фасовки и укупоривания плодоовощной продукции. Наши стандарты в производстве стеклянных ёмкостей полностью соответствуют общепринятым стандартам многих стран.

Наиболее распространенным видом стеклянной тары считается тара с обкатным видом укупорки. Под этот тип стеклотары изготавливается специальная жестяная лакированная крышка с уплотнительным резиновым кольцом. В процессе укупоривания тары, ролик укупорочной машины производит обкатку жестяной крышки вокруг стеклянного горлышка банки. Стеклянная

тара имеет высокую прочность укупоривания. Такой вид укупоривания достаточно прост. Минус - это сложность в откупоривании и частые повреждения банок при обкатке.

Обжимной вид укупоривания считается более легким и более надёжным видом. Закатка банок происходит путём нажатия на крышку. После стерилизации и охлаждения внутри укупоренной банки создается вакуум. Вместо резинового уплотняющего кольца используется уплотняющая паста. В Европе такой метод укупоривания называют – «Еврокап». Этот метод укупоривания обеспечивает высокую степень герметичности тары и гарантированную сохранность продукта внутри укупоренной ёмкости. Бой тары минимальный.

В последнее время наиболее удобным и распространенным видом укупоривания стал резьбовой вид. Процесс закатывания банки прост. За границей данный тип укупоривания получил название «Твист-ОФФ».

Бутылки с узким горлышком укупоривают крышкой с «корончатым» краем, с корковой или полиэтиленовой прокладкой.

Жестяные крышки для всех видов стеклянных ёмкостей изготавливают из лакированной жести в соответствии с общепринятыми нормами и ГОСТами. Согласно требованиям ГОСТа 24639-81 стеклотара для консервирования переработанных плодово-ягодных изготавливается из полубелого и белого стекла. Иногда допускаются небольшие отклонения от стандартно белого цвета стекла: слегка зеленоватые, желтоватые, голубоватые и сероватые оттенки. Стеклянная тара должна обладать высокой прочностью, выдерживать сопротивление усилия сжатия (вертикального по отношению к оси корпуса). Для стеклянной тары объёмом до 2000 см³ показатели сопротивления составляют 300 кг. Для стеклянной банки большего объёма – до 500 кг. Стеклянная банка объёмом до 1000 см³ должна выдерживать внутреннее давление 0,4МПа, а объёмом свыше 5000 см³ – внутреннее давление 0,15МПа [3].

Для консервирования плодово-ягодных тара отбирается самым тщательным образом. Проводится как визуальный осмотр, так и лабораторные испытания поступающих на завод партий стеклянной тары. К видимым дефектам

относятся: непровар стекла (плохая прозрачность, наличие видимых кристаллов, повышенная хрупкость); пузыри внутри стекла на горлышке банки; наплавления (искажение формы банки); камни (видимые посторонние включения на горлышке банки); подпрессовка (небольшие выступы на швах горлышек и венчиков банки); просечка (капиллярные трещинки на стекле). Выбор тары производится непосредственно на заводе – изготовителе стеклянной тары.

Перед консервированием плодово-ягодных, стеклянная тара подвергается тщательной обработке: замачиванию в щелочном растворе, пропариванию паровоздушной смесью, мойке с использованием специального моющего раствора и ополаскиванию чистой водой, нагретой до температуры 95°C. На этом оканчивается первый этап подготовки тары. Ко второму этапу подготовки относится остаточная дезинфекция тары. Для этого используется раствор хлорамина или раствор хлорной извести. После чего тару ополаскивают тёплой водой и затем подвергают ошпариванию кипятком. Количество и концентрация дезинфицирующих растворов полностью зависят от загрязнённости тары. Для мойки стеклянной тары используются автоматические моющие машины, которые обеспечивают последовательное прохождение банок через все этапы дезинфекции и мойки.

Отечественные моечные машины отличаются простотой конструкции, высоким качеством обработки, но как недостаток – имеют невысокие темпы производительности из-за применения ручного труда для загрузки и выгрузки тары.

1.3 Металлическая тара

Металлическая тара должна соответствовать требованиям ГОСТ 30765-2001 и предназначена для укупоривания продукции перерабатывающих и химических предприятий, а, следовательно, должна обеспечивать герметичность и сохранность продукта, подвергаемого хранению. Изготавливается тара по

нормативным документам на тару и разработанным чертежам из цельных заготовок. Сварные швы должны обеспечивать прочность тары. В качестве материала применяют алюминий, коррозионностойкую или углеродистую сталь.

Как правило, металлическая тара изготавливается заблаговременно и хранится в складских помещениях, где подвергается загрязнению органической пылью. Для защиты от коррозии внутренние и наружные поверхности тары покрывают неметаллическими покрытиями. Цинкование производят цинком по ГОСТ 3640 марками Ц0, Ц1, Ц2, Ц0А, ЦВ, ЦВ0, ЦВ00 или алюминием по ГОСТ 11069 марками А5, А6, А7, А8; лужение проводят оловом по ГОСТ 860 марками О1, О1пч [2], а также применяют полимерные краски, антикоррозионные смазки и масла.

Перед наполнением и укупориванием тары продуктом ее наружные и внутренние поверхности подвергают мойке.

1.4 Виды загрязнений многооборотной тары

Чаще всего обратная тара используется на мясоперерабатывающих предприятиях, молочных, консервных, ликеро-водочных заводах и других предприятиях. В качестве тары применяют банки разного объема, бутылки, пластиковые ящики, бутыли. Такая тара должна удовлетворять потребностям производства, т.е. выполнять свою функцию, а, следовательно, находиться в чистоте.

Разнообразие пищевого сырья приводит к различным видам загрязнений. Так на предприятиях мясной промышленности производственная тара загрязнена остатками мясных продуктов, кровью, остатками технических отходов. К такой таре можно отнести пластиковые ящики, в которых осуществляется временное хранение мясного сырья или его перенос от одного оборудования к другому, стеклянную тару, в которую укупоривают мясные консервы, паштеты и другие производимые продукты, а также загрязнению подвергается

и само технологическое оборудование: дежи фаршемешалок, загрузочные емкости шприцев, куттеров, посолочные емкости и др. На молокоперерабатывающих предприятиях тара загрязняется остатками молочных продуктов, молочными жирами. Для тары предприятий консервных заводов характерно наличие загрязнений соками хранимого продукта, минеральными загрязнениями.

Таким образом видно, что для того, чтобы обеспечить качество продукта как перемещаемого, так и временно хранимого и укупоренного, необходимо наличие чистой тары, а, значит оборотную тару нужно подвергать мойке.

Загрязнения, в свою очередь, по трудоемкости удаления можно классифицировать на легко удаляемые и трудноудаляемые.

Загрязнения стеклянных банок, в которые были упакованы такие продукты, как зеленый горошек, фруктовые консервы, соленья и маринады, томатные соки и соусы, относятся к категории легко удаляемых. Для таких загрязнений достаточно воздействовать на поверхность тары струями воды с моющим раствором. Такие загрязнения легко растворяются и смываются с поверхности тары [4].

Для трудноудаляемых загрязнений необходимо проводить замачивание тары в отмочных ваннах. Часто оборотная тара поступает с остатками этикеток на наружной поверхности, которые наклеены различными видами клея и требуют также дополнительного внимания к их удалению. При контакте с моющими растворами высоких температур трудноудаляемые загрязнения напитаются водой, разбухают, но остаются на поверхности тары. Для окончательного удаления таких загрязнений необходимо механическое воздействие. Такое воздействие можно осуществить струями воды под давлением или различного рода ершиками.

К основным видам загрязнений, которые могут возникать в оборотной таре, можно отнести следующие: биологические, химические, физические, механические, кросс-загрязнения.

Биологические загрязнения. Остатки ранее хранимого продукта, в случае некачественной мойки тары или оборудования высыхают и образуют на

поверхности тары тонкие пленки, часто незаметные глазу, но при этом содержащие патогенную микрофлору. При воздействии на такие загрязнения повышенных температур и влаги начинается процесс интенсивного развития микроорганизмов, среди которых много возбудителей заболеваний, например, листерии, сальмонеллы, кишечная палочка, золотистый стафилококк, которые могут вызывать пищевые отравления. Многие продукты становятся для мезофильных бактерий хорошей питательной средой. Некоторые микроорганизмы могут изменять питательные свойства продуктов. Например, они могут расщеплять витамины или другие полезные вещества, что снижает их пищевую ценность. Некоторые микроорганизмы могут производить токсины, которые опасны для здоровья. Эти токсины могут оставаться в продуктах даже после их термической обработки, что представляет серьезную угрозу. Так же микроорганизмы могут вызывать изменения в запахе, вкусе и внешнем виде продуктов. Например, плесень может придавать неприятный запах и вкус разлагая продукт, а также изменять цвет. Споры плесени могут вызывать аллергические реакции у чувствительных людей, что может привести к респираторным проблемам или другим аллергическим симптомам [5].

Наличие плесени может сократить срок хранения продукта, так как она может способствовать развитию других микроорганизмов.

Плесень на краях тары может затруднить герметичное закрытие упаковки, что увеличивает риск попадания воздуха и микроорганизмов внутрь.

Особенно опасны спорообразующие бактерии, споры которых менее чувствительны к нагреву и представлять серьезную опасность для организма человека по нескольким причинам:

- Устойчивость к неблагоприятным условиям.

Споры обладают высокой устойчивостью к экстремальным условиям, таким как высокая температура, радиация, химические вещества и высушивание. Это позволяет им выживать в неблагоприятной среде и сохранять инфекционный потенциал в течение длительного времени.

- Инфекционные заболевания.

Некоторые спорообразующие бактерии, такие как *Clostridium botulinum* (вызывающий ботулизм) и *Bacillus anthracis* (вызывающий сибирскую язву), могут вызывать тяжелые и потенциально смертельные заболевания. Инфицирование может происходить через употребление зараженной пищи или вдыхание спор.

– Токсинопродуцирование.

Некоторые из этих бактерий способны производить токсины, которые могут быть опасны для здоровья: *Clostridium botulinum* производит ботулинический токсин, один из самых сильных известных ядов, который может вызывать паралич; *Clostridium perfringens* может вызывать пищевые отравления, сопровождающиеся диареей и болями в животе.

– Затрудненная диагностика.

Споры могут оставаться в латентном состоянии и не проявлять активности до тех пор, пока не появятся благоприятные условия для их размножения. Это может затруднить диагностику инфекций, так как симптомы могут проявляться не сразу.

– Резистентность к антибиотикам.

Некоторые спорообразующие бактерии могут быть устойчивы к антибиотикам, что делает лечение инфекций, вызванных ими, более сложным и иногда неэффективным.

– Загрязнение пищевых продуктов.

Споры могут попадать в пищу, что делает ее потенциально опасной для потребления. Это особенно актуально для консервированных и неправильно хранящихся продуктов.

Таким образом, споры спорообразующих бактерий могут представлять серьезную угрозу для здоровья, поэтому очень важно подвергать тщательной обработке обратную тару.

Химические загрязнения – это загрязнения, вызванные остатками химических веществ, таких как пестициды, удобрения или моющие средства. Причинами возникновения таких загрязнений является неправильная мойка тары, использование различных химикатов для обработки.

Остатки химических веществ могут попасть в продукты питания или напитки, что может привести к их загрязнению и сделать их небезопасными для потребления. Некоторые химические загрязнители могут быть токсичными и вызывать острые или хронические отравления. Это может проявляться в виде головной боли, тошноты, рвоты, аллергических реакций и других симптомов. Химические вещества могут накапливаться в организме с течением времени, что может привести к долгосрочным последствиям для здоровья, включая повреждение органов или развитие хронических заболеваний.

Остатки химикатов могут влиять на органолептические свойства продуктов, изменяя их вкус и запах, а также могут вызвать химическую реакцию с продуктами, что может быть опасно для здоровья потребителей.

Некоторые химические вещества могут взаимодействовать с материалами упаковки, что может привести к разрушению тары и утечке содержимого. Если загрязненная тара не утилизируется должным образом, это может привести к загрязнению окружающей среды.

На внутренней и наружной поверхности тары могут быть физические и механические загрязнения такие как стекло, металл или пластик, которые возникают в результате механических повреждений тары или неправильной её транспортировке.

При неправильном хранении и транспортировке тары, использовании одной и той же тары для разных продуктов без должной очистки происходит перенос загрязняющих веществ или микроорганизмов с одной продукции на другую и возникают кросс-загрязнения. Это может привести к аллергическим реакциям или пищевым отравлениям.

В составе загрязнений тары могут содержаться белки, жиры, органические загрязнения, а также тара может содержать этикетки.

И белки, и жиры обладают рядом свойств, которые необходимо учитывать при конструировании моечной машины и задании технологических режимов мойки.

Белки – высокомолекулярные природные полимеры, состоящие из альфа-аминокислот, соединённых в цепочку пептидной связью [3]. К свойствам белков относят растворимость, эмульгирующую, пенообразующую и водосвязывающую способности.

При соединении белков с водой и при механическом воздействии увеличивается их пенообразующая способность, что оказывает негативное влияние на процесс мойки тары в банкомоечных или бутылкомоечных машинах отмочно-шприцевального и шприцевального типов. Применение моющих порошков или растворов может приводить к усилению эффекта пенообразования. В таких машинах струя воды бьет в донную часть тары под давлением от 0,2-0,3 до 1 МПа [4] вызывая пенообразование и, как следствие, увеличивая расход воды на дальнейшее ополаскивание и удаление пены. Кроме того, оставшийся на поверхности тары белок при воздействии на него воды или моющего раствора с повышенными температурами 85-90 °С может привести к его коагуляции, образованию хлопьев и необходимости фильтрации воды.

Для стеклянных банок, в которые были упакованы мясные, рыбные, овощные закусочные и обеденные консервы, характерными являются жировые загрязнения.

При удалении этих загрязнений создаются наибольшие затруднения при мойке. Для отмывания жировых загрязнений с внутренней и наружной поверхности банок требуются интенсивные режимы мойки с применением различных моющих средств.

Жиры по своему происхождению классифицируются на животные и растительные. Температура плавления животных жиров от 30 до 60 °С и, следовательно, температура моющего раствора не может быть ниже этих температур. Таким образом в машине необходимо устанавливать нагревательные элементы, что требует дополнительного расхода на электроэнергию.

Классификация видов загрязнения тары представлена на рисунке 1.8.

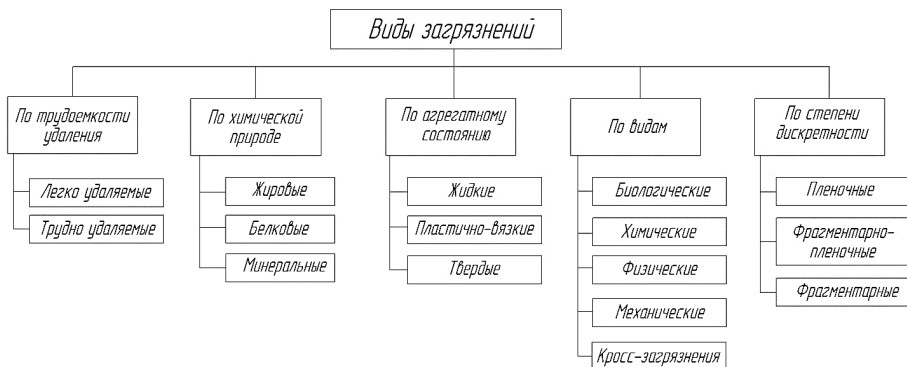


Рисунок 1.8 – Классификация видов загрязнения тары

На наружной поверхности значительной части оборотных банок остаются этикетки, приклеенные клеями различных видов. Для удаления этикеток устанавливаются различные температурные режимы отмочки банок с этикетками в воде и растворах щелочи.

Для минимизации рисков загрязнения оборотной тары необходимо соблюдать следующие меры:

- Регулярная и тщательная мойка тары с использованием безопасных для здоровья моющих средств.
- Правильное хранение и транспортировка тары, чтобы избежать механических повреждений.
- Использование специализированной тары для разных видов продукции, чтобы предотвратить кросс-загрязнение.
- Внедрение систем контроля качества на всех этапах обращения с тарой.

Таким образом, понимание видов загрязнений и их последствий позволяет разработать эффективные стратегии для обеспечения безопасности и качества продукции [6].

1.5 Способы мойки тары

В пищевой и перерабатывающей промышленности применяют несколько способов мойки тары. Выбор метода зависит от типа тары, характера загрязнений и требований к гигиене [7].

Ручная мойка тары. Тара моется с применением моющих растворов и горячей воды вручную, можно использовать различный инструмент типа ершиков и щеток различной жесткости. После окончания процесса мойки тару необходимо тщательно промывать, чтобы удалить остатки моющего средства. Такая мойка имеет низкую производительность, большой расход воды, требует соблюдения техники безопасности и не актуальна для предприятий.

На перерабатывающих предприятиях и в пищевой промышленности наиболее эффективным способом очистки тары являются виды её мойки в моечных машинах.

К таким видам мойки тары можно отнести: паровую мойку, химическую, ультразвуковую, сухую, обработку горячей водой, озонирование.

Паровые мойки используют высокую температуру пара для удаления загрязнений и дезинфекции тары. Этот метод эффективен для уничтожения бактерий и грибов.

Процесс паровой мойки оборотной тары включает несколько этапов, направленных на эффективное удаление загрязнений и дезинфекцию. Основные этапы включают следующие операции:

Предварительная подготовка проводится перед началом мойки тары и заключается в очищении тары от крупных остатков содержимого. Затем оборотная тара помещается в специальное оборудование для паровой мойки, которое может быть, как стационарным, так и мобильным.

Нагрев воды происходит до высокой температуры, обычно до 80-100°C, чтобы образовать пар. Это достигается с помощью котлов или парогенераторов.

ров. Далее пар подается в моечную камеру, где тара находится. Под воздействием высокой температуры пар эффективно удаляет загрязнения, такие как остатки пищи, масла и другие загрязняющие вещества.

В некоторых системах, при сильном загрязнении оборотной тары, могут использоваться дополнительные механические средства, такие как вращение тары или использование щеток, что повышает эффективность мойки.

Вместе с мойкой проводится и дезинфекция, так как высокая температура пара способствует уничтожению микроорганизмов, что важно для обеспечения санитарных норм. После завершения мойки пар и остатки воды сливаются, а тара может быть дополнительно высушена горячим воздухом или оставлена для естественного высыхания. На последнем этапе может проводиться контроль качества, чтобы убедиться, что тара очищена и дезинфицирована должным образом.

Паровая мойка является эффективным методом, так как она позволяет не только очищать, но и дезинфицировать тару без использования химических средств, что особенно важно в пищевой и фармацевтической промышленности.

При химической мойки используют специализированные химические средства для очистки и дезинфекции тары [19, 21]. Это может включать кислоты, щелочи или дезинфицирующие растворы (например, хлорные или перекисные).

Процесс химической мойки оборотной тары включает несколько этапов, направленных на удаление загрязнений с использованием специализированных моющих и дезинфицирующих средств. Можно выделить следующие основные этапы процесса: предварительная подготовка, когда оборотная тара, такая как бутылки, контейнеры или бочки, может быть предварительно очищена от крупных остатков содержимого. Это помогает уменьшить нагрузку на последующий процесс мойки. Затем оборотная тара помещается в специальное моечное оборудование, которое может быть, как стационарным, так и мобильным. В зависимости от типа загрязнений и материала тары выбирается

подходящее моющее средство. Это могут быть щелочные, кислые или нейтральные моющие растворы, а также дезинфицирующие средства.

Перед применением химических средств тара часто промывается теплой или горячей водой. Это помогает удалить крупные загрязнения и подготовить поверхность для химического воздействия.

Моющий раствор наносится на внутренние и внешние поверхности тары. Это может происходить с помощью распыления или погружения тары в раствор. Моющий раствор оставляется на поверхности тары на определенное время, чтобы обеспечить эффективное растворение и удаление загрязнений. В некоторых случаях используются механические средства, такие как щетки или ультразвуковые устройства, для улучшения эффективности очистки. После завершения времени воздействия моющий раствор смывается с поверхности тары большим количеством воды. Это важно для удаления остатков химических веществ.

Далее проводится дезинфекция при этом может применяться специальное дезинфицирующее средство для уничтожения микробов и бактерий, что особенно важно в пищевой промышленности.

После мытья и дезинфекции тара может быть высушена горячим воздухом или оставлена для естественного высыхания. И на последнем этапе проводится контроль качества вымытой тары.

Химическая мойка является эффективным методом, особенно для удаления сложных загрязнений, таких как жиры, масла и остатки пищи. Однако важно правильно выбирать моющие средства и следить за их концентрацией, чтобы избежать повреждения тары и обеспечить безопасность при последующем использовании [8,9].

При ультразвуковой мойке используют высокочастотные звуковые волны для создания микроскопических пузырьков в жидкости, которые эффективно удаляют загрязнения с поверхности тары [11]. Этот метод особенно эффективен для удаления трудноудаляемых загрязнений, таких как масла,

жиры, остатки пищи и другие загрязнения. Основные этапы этого процесса заключаются в следующем:

- подготовка специального оборудования – ультразвуковой ванны;
- выбор моющего раствора – вода с добавлением моющих средств. Выбор моющего средства зависит от типа загрязнений и материала тары;
- заполнение ультразвуковой ванны моющим раствором, подогретым до определенной температуры;
- загрузка моющей ванны с раствором оборотной тарой, при этом тара должна быть полностью погружена в жидкость для обеспечения равномерного воздействия ультразвука;
- включение ультразвука после загрузки тары и установки всех параметров (времени, температуры и частоты). Он создает высокочастотные звуковые волны, которые распространяются через жидкость.

Ультразвуковые волны создают явление, известное как кавитация [12]. Это процесс образования и схлопывания микроскопических пузырьков в жидкости, что приводит к образованию высокоэнергетических микроскопических струй, которые воздействуют на загрязнения на поверхности тары. Это позволяет эффективно удалять даже самые стойкие остатки. Время обработки тары обычно занимает от нескольких минут до получаса, в зависимости от типа загрязнений и материала тары. Время обработки может быть настроено в зависимости от требований.

- после завершения ультразвуковой мойки тара извлекается из резервуара, и остатки моющего раствора смываются чистой водой. Это важно для удаления остатков химических веществ и загрязнений;
- после мойки и смыва тара может быть высушена горячим воздухом или оставлена для естественного высыхания;
- на последнем этапе проводится проверка качества очистки, чтобы убедиться, что тара очищена должным образом и готова к повторному использованию.

Ультразвуковая мойка является очень эффективным и бережным методом очистки, который подходит для различных типов материалов, включая стекло, пластик и металл. Этот метод часто используется в пищевой, фармацевтической и медицинской отраслях, где важна высокая степень чистоты и стерильности [16].

Еще один метод мойки тары – это обработка горячей водой. В этом случае тару подвергают кипячению или обливанию горячей водой. Такой метод мойки тары способствует уничтожению микроорганизмов и удалению остатков загрязнений. Не является эффективным методом для предприятий.

Сухая мойка. Процесс сухой мойки оборотной тары — это метод очистки, который не использует воду или жидкие моющие средства. Вместо этого применяется механическое воздействие и специальные технологии для удаления загрязнений. Этот метод часто используется в тех отраслях, где требуется минимизация использования воды или где необходимо избежать загрязнения водой.

Для сухой мойки используются специальные установки, такие как системы сжатого воздуха, пневматические устройства или механические щетки. Эти системы могут быть оснащены фильтрами для улавливания пыли и загрязнений. Перед началом мойки проводится визуальный осмотр тары для определения типа и степени загрязнения. Это помогает выбрать наиболее подходящий метод очистки. Далее происходит загрузка тары. Обратная тара помещается в рабочую зону установки для сухой мойки. Это может быть камера, где будет происходить непосредственно процесс очистки.

Механическое воздействие на тару может осуществляться сжатым воздухом, механическими щетками, порошковыми абразивами, вращающиеся рабочие органы. После удаления загрязнений тара может быть промыта сжатым воздухом для окончательной очистки от остатков пыли или абразивных материалов.

После завершения процесса мойки проводится контроль качества, чтобы убедиться, что тара очищена должным образом и готова к повторному использованию. В некоторых случаях, если на таре остались остатки влаги, может быть проведена сушка сжатым воздухом. Затем тара может быть упакована или отправлена на хранение.

Преимущества сухой мойки включают в себя отсутствие необходимости в воде, что делает этот метод более экологически чистым и экономичным в некоторых случаях. Он также может быть быстрее, чем традиционные методы мойки, и позволяет избежать проблем с утилизацией сточных вод. Однако эффективность сухой мойки может зависеть от типа загрязнений и материалов тары. Но для пищевой тары такой метод менее распространен.

Еще один метод мойки оборотной тары – озонирование. Процесс озонирования оборотной тары – это метод дезинфекции и дезодорации, основанный на использовании озона (O_3) для уничтожения микробов, бактерий, вирусов и запахов. Озон является мощным окислителем и способен разрушать клеточные стенки микроорганизмов, что делает его эффективным средством для очистки и стерилизации. Основные этапы этого процесса следующие:

- подготовка озонатора;
- предварительная очистка тары от видимых загрязнений. Это может включать механическую очистку или сухую мойку, чтобы повысить эффективность озонирования;
- загрузка тары: оборотная тара помещается в специальную камеру для озонирования. Эта камера должна быть герметичной, чтобы предотвратить утечку озона и обеспечить его максимальную концентрацию в воздухе;
- генерация озона, который подается в камеру, где находится тара, при этом концентрация озона и время воздействия зависят от типа загрязнений и размера тары;
- сам процесс обработки, когда озон проникает в поры и трещины тары, дезинфицируя ее внутренние и внешние поверхности. Время обработки может

варьироваться от 30 минут до нескольких часов в зависимости от степени загрязнения и требуемого уровня дезинфекции при этом регулируют концентрацию озона;

- вентиляция и удаление озона: после завершения обработки камера проветривается, чтобы удалить остатки озона;

- контроль качества проводят после завершения процесса озонирования, чтобы убедиться, что тара очищена и подготовлена к повторному использованию.

Преимущества озонирования включают в себя высокую эффективность в уничтожении микроорганизмов, отсутствие необходимости в химических моющих средствах и возможность дезинфекции без использования воды. Но озон может быть коррозионным для некоторых материалов, поэтому перед применением этого метода необходимо убедиться, что тара устойчива к воздействию озона.

Таким образом при выборе метода мойки оборотной тары важно учитывать требования к гигиене, тип материала тары и характер загрязнений, а также соблюдать рекомендации производителей по уходу за конкретной тарой.

1.6 Машины для мойки тары

Машины для мойки оборотной тары на пищевых предприятиях можно классифицировать по нескольким критериям, включая конструктивные особенности, способ мойки, тип обрабатываемой тары и другие параметры [17]. Вот основные категории:

- По конструкции:

Статические мойки: Оборудование, в котором тара помещается в камеру, и процесс мойки происходит в стационарном режиме. Вода и моющие средства подаются в камеру, где происходит очистка.

Мобильные мойки: Компактные устройства, которые могут перемещаться по производственным помещениям. Обычно используют для мойки тары на месте.

– По виду моющей среды:

Мойки с использованием воды: Используют потоки горячей или холодной воды для очищения тары. Вода может подаваться под высоким давлением для удаления загрязнений.

Мойки с использованием пара: Применяют пар для дезинфекции и очистки тары. Этот метод эффективен для уничтожения микробов и удаления жиров.

Мойки с химическими моющими средствами: Используют специальные растворы для очистки тары. Часто комбинируются с механическим воздействием (например, щетками).

Озоновые мойки: Используют озон для дезинфекции и очистки. Это современный метод, который позволяет эффективно уничтожать микробы и запахи.

– По типу обрабатываемой тары:

Мойки для бутылок: Оборудование, специализированное для очистки стеклянных или пластиковых бутылок.

Мойки для контейнеров: Машины, предназначенные для очистки различных типов контейнеров (например, бочек, ведер, ящиков).

Мойки для упаковки: Оборудование, которое обрабатывает упаковку (например, коробки, пленки и т.д.).

– По степени автоматизации:

Ручные мойки: Оборудование, где процесс мойки выполняется вручную, хотя могут использоваться механизмы для облегчения работы.

Полуавтоматические мойки: Устройства, которые требуют минимального участия оператора, но все же имеют некоторые ручные операции.

Автоматические мойки: Полностью автоматизированные системы, которые самостоятельно обрабатывают тару, включая загрузку, мойку и выгрузку.

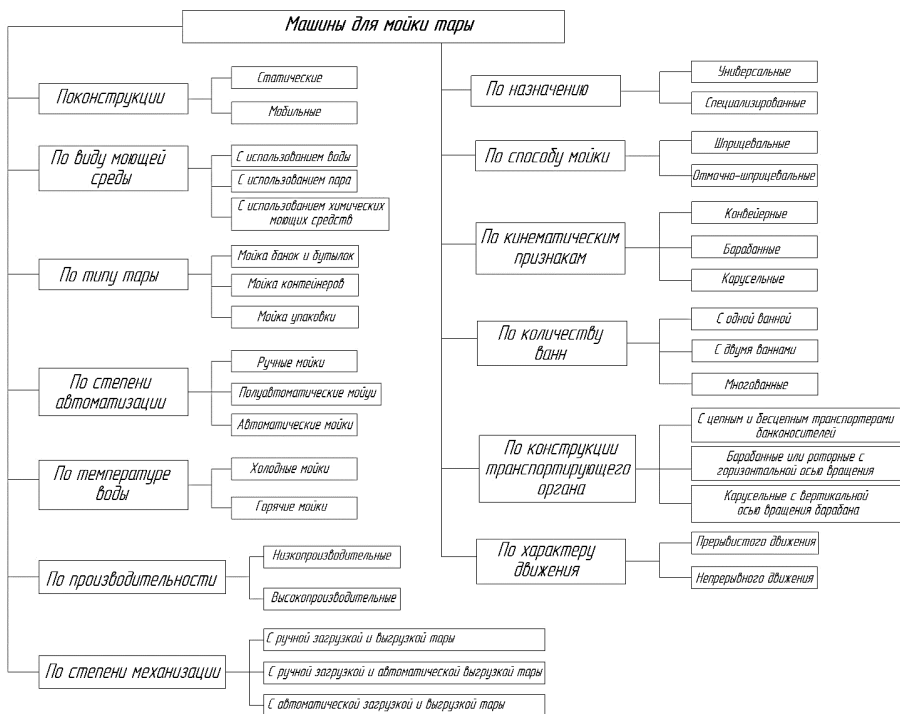


Рисунок 1.9 – Классификация машин для мойки тары

– По температуре обрабатываемой воды:

Холодные мойки: Используют воду комнатной температуры или холодную.

Горячие мойки: Применяют горячую воду для более эффективного удаления загрязнений и дезинфекции.

– По производительности:

Низкопроизводительные мойки: Предназначены для малых объемов тары.

Высокопроизводительные мойки: Специализированные модели для крупных производств, способные обрабатывать большие объемы тары за короткое время.

– По назначению: универсальные – для мойки тары разного размера; специализированные – для определенной отрасли промышленности или для определенной тары;

– По способу мойки: шприцевальные при подаче воды в тару через форсунки, отмочно-шприцевальные – при отмочке в моечных ваннах и шприцевании моющего раствора через форсунки;

– По кинематическим признакам: конвейерные цепные и бесцепные, барабанные, карусельные;

– По количеству отмочных ванн: одно-, двух- и многованные;

– По конструкции транспортирующего органа – машины с цепным и бесцепным транспортерами банкноситеелей, барабанные или роторные с горизонтальной осью вращения барабана, карусельные с вертикальной осью вращения барабана;

– По характеру движения транспортирующего органа – машины прерывистого движения (циклические) движения и машины непрерывного движения;

– По степени механизации – с ручной загрузкой и выгрузкой банок, с ручной загрузкой и автоматической выгрузкой банок, с автоматической загрузкой и выгрузкой банок;

– по месту расположения устройств для загрузки и выгрузки тары – одно-и двусторонние.

Эта классификация помогает выбрать подходящее оборудование в зависимости от специфики производства и требований к чистоте и дезинфекции оборотной тары на пищевых предприятиях.

Классификационная схема машин для мойки тары представлена на рисунке 1.9.

На рынке банкомоечных машин представлено множество брендов, которые зарекомендовали себя благодаря качеству, надежности и функциональности своих устройств. Вот некоторые из наиболее востребованных марок:

Hobart, Winterhalter, Miele, Electrolux и другие. В частности в консервных цехах применяют банкомоечные машины для мойки стеклянной новой и оборотной тары. Это такие марки, как BESTEQ-WMEG, немецкой компании Krones, швейцарского завода Pac Global, австрийских производителей Klinger и Voran, чешского завода Nate, итальянских фирм Akomag и R, В6-ВМГ, серии СП. Для мойки металлической тары используют машины марок Э-1053, ИПКС-124Ж(Н), УМ-01 и др. [18-20].

Рассмотрим устройство некоторых банкомоечных машин.



Рисунок 1.10 – Универсальная банкомоечная грипперная машина 4R

Банкомоечная машина 4R предназначена для ополаскивания, стерилизации стеклянных банок разного размера водой, водными растворами, дезинфектантами, озонированной водой и т.д. Ополаскивание обеспечивает удаление всех мелких частиц, находящихся в таре (стеклянная пыль и т.п.) [18].

Перенастройка машина с одного на другой типоразмер тары осуществляется при помощи рукоятки регулировки за несколько секунд и не требует дополнительных сменных комплектов. Функция обдува горячим воздухом необходима для просушивания банок и их нагрева перед горячим наполнением. Возможны различные варианты размещения транспортеров подвода и отвода тары.

Производительность до 10000 шт./час

Расход воды – 15 л/мин

Расход пара – 60 кг/ч

Машина для мойки и сушки тары BESTEQ-WMBC-4000 (рисунок 1.11) имеет несколько рабочих секций. В первой секции происходит удаление загрязнений. Данная операция заключается в прохождении тары через систему



мойки X-washing, обеспечивающую наиболее эффективную очистку тары со всех сторон за счет перекрестного распыла горячей воды под давлением. Могут применяться моющие растворы для этого в машине имеется система точного дозирования, что препятствует перерасходу моющего средства.

Рисунок 1.11 – Машина мойки и сушки тары BESTEQ-WMBC-4000

Вторая секция предназначена для ополаскивания тары, удаления остатков загрязнений и моющего средства, если оно применялось. Данная секция аналогично оснащена системой мойки X-washing и технологией мытья с 4-х сторон Besteq360.

Третья секция предназначена для удаления влаги с поверхности помытой тары, перед нанесением этикетки. Удаление влаги осуществляется с помощью системы BesteqDRY включающей в себя комплекс из 5 регулируемых во всех плоскостях воздушных ножей, работающих в паре со специально подобранным воздуходувом [18].

Машина имеет производительность до 150 банок в минуту. Тип тары – стеклянная, металлическая, пластиковая, ламистер.

Машина мойки тары BESTEQ-WMC-3000 (рисунок 1.12) предназначена для мойки и ополаскивания наполненной закрытой консервной тары различного вида (стеклянная, металлическая, пластиковая) после её герметизации или после автоклавирования с целью удаления с поверхности тары остатков продукта, жира и иных загрязнений, образовавшихся при наполнении или стерилизации тары.



Рисунок 1.12 – Машина мойки тары BESTEQ-WMC-3000

Тара после обработки в этой машине выходит очищенной от загрязнений.

Машина мойки консервной тары представляет собой каркас из нержавеющей стали, на который установлены ванны с защитными крышками, исключающими попадание влаги и пара из зоны мойки во внутрицеховое пространство.

В нижней части машины установлен водяные баки с системой нагрева воды паром (в баке с горячей водой) и насосы подачи воды к водным коллекторам. Сверху на корпусе под защитными крышками последовательно закреплены система форсунок для омывания тары горячей водой, ополаскивания холодной водой. На корпусе машины установлен щит управления.

Таромоечная машина установлена на шарнирные опоры, позволяющие регулировать её положение в горизонтальной плоскости.

Машина мойки консервной тары легко интегрируется в технологические консервные линии производства мясных консервов (тушенка), рыбных консервов, молочных консервов, овощных консервов.

Машина Э-1053 (рисунок 1.13) предназначена для термической обработки жестяных изделий перед упаковкой в нее продуктов. Жестяные изделия проходят этап ополаскивания и этап обработки паром. Банка на линии расположена боком и направлена под струю распылителя. Передвижение банок идет по туннелю, где они по методу шприцевания проходят этап обработки горячей водой и паром. Средний расход воды – 500 мл в час. Средний расход пара – 50 кг в час. Средняя загрузка установки в час – 1000-1200 банок.

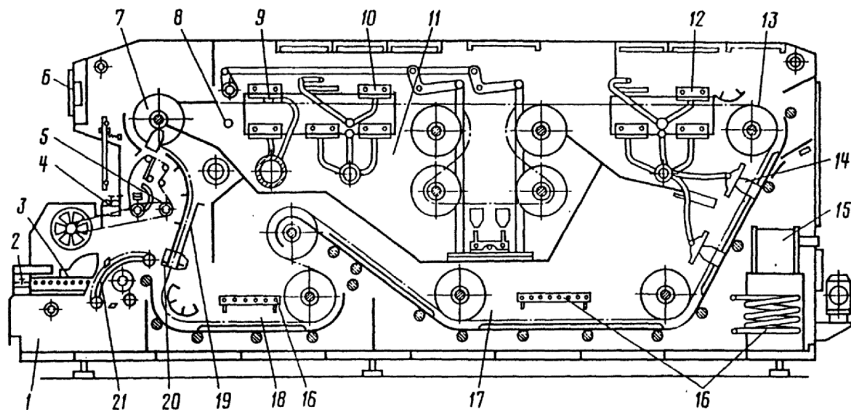
Промышленность выпускает серию моечных машин типа СП (рисунок 1.14) предназначенных для мойки стеклянной тары (банок, бутылок). Машины имеют несколько моечных ванн, что позволяет отмывать трудноудаляемые загрязнения.

Общая технологическая схема процесса мойки стеклянной тары включает в себя следующие операции:



Рисунок 1.13 – Машина для мойки банок Э-1053

– Предварительный подогрев: рабочая среда – вода температурой от 30 до 40 °С, продолжительность операции 1...2 мин. Цель ее – предотвращение термического боя стеклотары путем снятия термических напряжений ступенчатым подогревом.



1 – корпус; 2 – транспортер; 3 – валковый накопитель; 4 – транспортер; 5 – механизм выгрузки; 6 – приборы контроля; 7, 13 – звездочки; 8 – паровой насадок; 9, 10, 12 – насадки; 11 – ванна; 14 – шприцевальные устройства; 15 – этикетулавливатели; 16 – теплообменник; 17 – ванна отмочки; 18 – ванна предварительного нагрева; 19 – цепной транспортер; 20 – кассеты носителей; 21 – захват механизма загрузки.

Рисунок 1.14 – Банкомоечная машина серии СП

– Отмочка: рабочая среда – моющий раствор температурой 70...95 °С, продолжительность операции 6...12 мин.

– Шприцевание, или струйная обработка отмываемых поверхностей моющим раствором: рабочая среда – моющий раствор температурой 70...95 °С, продолжительность операции 1...2 мин. Цель ее – отделить грязь от поверхности.

– Шприцевание оборотной водой или предварительное ополаскивание: рабочая среда – рециркулирующая вода с частичной заменой ее чистой водой

температурой 70...95 °С, продолжительность операции 2...4 мин. Цель ее – удалить с отмываемых поверхностей загрязнения путем механического воздействия.

– Шприцевание чистой проточной водой или чистое ополаскивание: рабочая среда – чистая питьевая вода температурой 30...60 °С, продолжительность операции 1...2 мин. Цель ее – окончательно удалить химические вещества и загрязнения с отмываемой поверхности.

– Обработка паром: рабочая среда – острый водяной пар температурой 100...105 °С, продолжительность операции 0,5...1 мин. Цель ее – подавить жизнедеятельность микроорганизмов.

– Сушка отмытой тары: рабочая среда – горячий воздух температурой 105°С, скорость не менее 5 м/с. (только для мойки тары из дерева) [17].

Мойке подвергается и металлическая тара [22]. Различают два способа мойки металлической тары: первый – мойка пустой тары перед наполнением консервируемой массой, второй – мойка укупоренной наполненной тары перед стерилизацией и после нее.

Технологические требования, которым должен удовлетворять процесс мойки стеклянной тары, должны быть рассчитаны на удаление наиболее трудно отмываемых загрязнений.

Факторами, влияющими на качество мойки, являются: температура моющих растворов и воды, концентрация моющего раствора, продолжительность мойки, гидродинамическое воздействие струи моющего раствора и воды при внутреннем и наружном шприцеваниях банок, частота заполнения банок моющими растворами и др.

Проанализируем технические характеристики некоторых банкомоечных машин (таблица 1.1) [24].

Анализ таблицы 1.1. показывает, что машины с отмочными ваннами имеют сравнительно небольшой расход воды, которая проходя через фильтрующие элементы очищается и используется повторно для удаления загрязнений с тары. Но большинство машин имеют большой расход пара, который идет

частично на нагрев воды для шприцевания и на паровую обработку тары с целью уничтожения микроорганизмов. Поэтому добиться сокращения расхода пара не ухудшая качества мойки тары – одна из задач данного исследования.

Таблица 1.1 Характеристики банкомоечных машин

№ п/п	Марка машины	Производительность, бан/час	Расход воды, м ³ /ч	Расход пара, кг/ч	Потребляемая мощность, кВт/ч
1	СП-60М	3000	7,1	0,13	7,06
2	СП-72	6000	15,0	0,13	3,3
3	СП-70	1200	8,0	0,58	15,5
4	A9-KM1/2-125	8000	0,4	80-100	0,27
5	Э-1053	1000-1200	0,5	50	
6	Э-1079М	1200			0,37
7	Mugac БМ-3	3000-12000	4,5	50	0,5
8	4R	10000	0,9	60	1,5
9	BESTEQ- WMC-1500	6000	0,08	50	1,5
10	BESTEQ-WMEG-6000	6000	0,08	50	4,7
11	ИПКС-124С(Н)	1700	0,5	50	0,1
12	ИПКС-124Б9(Н)	1000	1,0	50	

1.7 Требования к процессу мойки тары

На консервных предприятиях используются как новые, так и оборотные стеклянные банки и бутылки различной емкости. Степень и быстрота отмывания загрязнений с новой стеклянной тары зависит от продолжительности и условий ее хранения, а с оборотной — от вида находившегося в ней продукта.

Перед мойкой стеклянные банки и бутылки сортируют по емкости и степени загрязнений. Отбирают банки и бутылки разбитые, а также с трещинами и щербинами, которые могли остаться при сортировке на складе или появиться при транспортировке.

Возвратные стеклянные банки и бутылки, загрязненные минеральными маслами, смолистыми и подобными им веществами, перед направлением их в

моечную машину обрабатывают отдельно, отмачивают в ваннах с применением соляной кислоты.

Для предотвращения термического боя стеклянных банок и бутылей в холодное время года и создания условий для применения в моечной машине режима с повышенной температурой в помещениях для хранения стеклянной тары рекомендуется поддерживать температуру не ниже 12° С.

Основным исходным фактором технологических требований, предъявляемых к процессу мойки, является степень термической устойчивости стеклянных банок.

Температурный режим в моечных машинах должен предусматривать постепенное нагревание и последующее постепенное охлаждение во избежание термического боя бутылок. Нагревание и охлаждение бутылок проводят ступенчато при перемещении их из одной зоны в другую; максимально допустимый перепад температур в соседних зонах не должен превышать 30...35 °С при нагревании и 25 °С при понижении температуры. Предельная температура моющих жидкостей обычно не более 85 °С.

Вымытые бутылки и стеклянные консервные банки рекомендуется проверять на физическую чистоту.

Хорошо вымытые стеклянные банки (бутылки) обладают характерным зеркальным блеском. Степень чистоты банок и бутылей проверяют также погружением в воду, которая затем должна стекать. Банки (бутылки) считаются чистыми в том случае, если вода хорошо стекает со стекла на внутренней и наружной поверхности их, а не собирается каплями.

В консервной промышленности чистота вымытых банок и бутылей является одним из важнейших показателей, обеспечивающих хорошее качество продукции при хранении.

Кроме проверки тары на физическую чистоту, после установления необходимого технологического режима работы моечной машины, периодически проверяют вымытые банки на отсутствие в них следов щелочи, хлора и на обсемененность микроорганизмами.

Вымытые банки проверяют на отсутствие следов щелочи один раз в сутки пробой с фенолфталеином, который не должен давать окрашивания при нанесении его на внутреннюю поверхность стеклянных банок (бутылей).

Технический уровень моечной машины для мойки банок, предназначенных для фасования в них пищевых продуктов, оценивается прежде всего по показателю, характеризующему ее моющую способность, т. е. полноту удаления загрязнений как с внутренней, так и с наружной поверхности стеклянных банок (бутылок).

Таким образом, сравнивая машины по показателям моеющего действия основных операций и моеющей способности в целом, легка установить преимущества одной машины перед другой.

Немаловажное значение имеют и другие технические показатели: производительность, габариты, металлоемкость, энергоемкость, потребление воды, пара и др.

Чистую новую тару моют горячей оборотной водой температурой 75-85 °С в течение 2-5 мин и ополаскивают горячей чистой водой температурой 90-95 °С в течение 0,7-1 мин.

Технологический процесс обработки банок в современных моечных машинах примерно одинаков.

Работа на банкомоечных машинах требует строгого соблюдения техники безопасности.

- банкомоечные машины работает с высокими температурами воды и моющих растворов, поэтому горячие участки, трубопроводы и паропроводы необходимо изолировать;

- подтекание горячей воды и утечка пара в трубопроводах не допускаются;

- рабочий должен выполнять работу в резиновых перчатках, прорезиненном халате, очках с небьющимися стеклами;

- брать банки голыми руками с разгрузочного транспортера запрещается;

- работа при незакрытых ограждениях, цепях и ремнях не допускается.
- щелочь в хлопьях следует загружать в ванну только через специальный люк в перчатках и очках. Концентрированная щелочь подается в ванну насосом из установки для приготовления моющего раствора.
- попавшую на тело щелочь следует немедленно смыть чистой холодной водой и срочно обратиться в медпункт.

На сегодняшний день существует целый парк машин для мойки различных видов тары [24], но все они имеют ряд недостатков:

- большой расход электроэнергии на нагрев ТЭНов или расход пара;
- необходимость использования химических моющих средств различной концентрации.

1.8 Моющие растворы для мойки тары

Для санитарной обработки тары, оборудования и инвентаря применяются моющие и дезинфицирующие средства. Разрешается использовать растворы каустической и кальцинированной соды, тринатрийфосфата, применяются также синтетические моющие средства (СМС) – «Прогресс», «Посудомой», «Блеск», «Вильва», «Алита» [25-28] и др.

Принцип действия автоматических моечных машин для стеклянных банок и бутылей основан на обработке их нагретыми водными растворами, содержащими специальные моющие средства. Для мойки стеклянной тары обычно используют раствор каустической соды (NaOH) концентрацией 1,5-3,5% и другие вещества [17].

В зависимости от степени загрязненности банок используются растворы различных составов (таблица 1.2). Для мойки 100 банок используется 10 дм³ раствора. Расход моющих средств определяется в зависимости от сменной производительности.

Таблица 1.2 Рецептуры моющих растворов

№ п/ п	Область применения раствора	Состав смеси рабочего раствора, г/дм ³								
		Едкий натр	Сода кальци- ирован- ная	Трина- трий- фосфат	Жидкое стекло	Суль- фанол	Метаси- ликат натрия	Поверх- ностно- ак- тивные ве- щества	Сульфат «Про- гресс»	Гриполи- фосфат натрия
1	Для смыва- ния нежир- ных загряз- нений	6,5	—	3,0	0,5	—	—	—	—	—
2	Для смыва- ния жирных загрязнений	—	—	5,0	—	—	5,0	—	2,5	—
3	То же	30,0		15,0	20,0					
4	>>	—	7,5	3,75	—	—	—	3,75	—	—
5	>>	1,5- 30,0	—	—	—	—	—	—	—	—
6	>>	—	8,0	—	—	2,0	5,0	—	—	10,0
7	>>	25,0	3,0	4,0	—	—	—	2,0	—	—

Концентрация моющего раствора устанавливается и контролируется по концентрации щелочи. Минимальная концентрация моющего раствора не должна быть меньше 80% номинальной, указанной в таблице.

Во всех случаях для мойки стеклянной тары используется вода, отвечающая требованиям ГОСТ 2874–73 «Вода питьевая» [17].

Жесткость водопроводной воды, применяемой для окончательного шприцевания, должна быть не более 3,5 мг-экв./л [30]. При жесткости воды более 3,5 мг-экв./л на поверхности банок может образовываться налет от выпадающих солей. Для частичного предотвращения осаждения солей, выделяемых на банках, при применении жесткой воды добавляется в моющий раствор 0,1 % жидкого стекла [17].

Применяемые для очистки поверхности тары от загрязнений средства обладают рядом свойств, обеспечивающих их эффективность в борьбе с определенными типами загрязнителей:

- Поверхностно-активные – способны снижать поверхностное натяжение жидкости и улучшать ее смачиваемость, проникать и растворять загрязнения.
- Эмульгирующие – способны образовывать стабильные дисперсные системы из двух или более несмешивающихся жидкостей, например вода и масло, и тем самым удалять жировые загрязнения с поверхности тары.
- Растворяющие – способны растворять или разрушать определенные виды загрязнений (ржавчину, краску, смолу и т. д.) для облегчения их удаления с поверхности агрегатов.
- Дезинфицирующие – способны уничтожать или подавлять рост микроорганизмов, которые могут присутствовать на поверхности тары или в жидкости для мойки, предотвращать тем самым их размножение и порчу тары.

Применяемые для мытья и очистки средства классифицируются с учетом различных критериев:

- Состав. Присутствующие активные химические компоненты, определяющие свойства и эффективность рабочих растворов. Моющее средство может изготавливаться на кислотной, щелочной, солевой основе, биологически активных веществ.
- Форма, физическое состояние. По этому параметру средства для мойки бывают в виде порошка, пасты, гранул, гелей, пены.
- Способ применения. Моющее средство для промывки деталей может добавлять в жидкость для мойки в определенной концентрации, наноситься на поверхность в виде пены, впрыскиваться под давлением.

Рассмотрим некоторые марки моющих растворов.

Кислотное беспенное моющее средство PLEX ЭЙСИДКЛИН NEW предназначено для санитарной обработки внутренних поверхностей тары, кег,

оборудования преимущественно механическим способом. Удаляет комбинированные минерально-органические загрязнения, в том числе сложные.

Данное средство представляет собой прозрачную жидкость светло-желтого или светло-коричневого цвета со специфическим запахом. pH 1%-ного раствора 1,0...2,5, плотность концентрата 1,32...1,33 г/см³, хорошо растворим в воде [21]. В состав препарата входит: ортофосфорная кислота, азотная кислота, ингибитор коррозии, вода.

Средство используется при ручной обработке с помощью щеток, при погружении тары в рабочий раствор с дальнейшим замачиванием, для циркуляционной мойки.

Моющий раствор PLEX ЭЙСИДКЛИН NEW [29] готовят в специальном хорошо проветриваемом помещении с использованием водопроводной воды, соответствующей требованиям СанПин 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам ...» и СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и безвредности для человека факторов среды обитания». Для приготовления рабочего раствора необходимо строго соблюдать пропорции концентрата и воды согласно рекомендуемым требованиям.

Щелочное беспенное моющее средство PLEX ХЛОРСИП предназначено для санитарной обработки внутренних поверхностей тары, оборудования, молочных емкостей, линий розлива преимущественно механическим способом. Удаляет комбинированные минерально-органические загрязнения, в том числе сложные.

Моющее средство PLEX ХЛОРСИП представляет собой прозрачную жидкость желтого цвета со специфическим запахом. pH 1%-ного раствора 12...13, плотность концентрата 1,27...1,29 г/см³, хорошо растворим в воде. В состав моющего препарата входит: гидроксид натрия, гипохлорит натрия, стабилизаторы, вода [27].

Существует несколько известных марок моющих растворов, которые используются в банкомоечных машинах, разработанных для профессионального и эффективного очищения. Некоторые из них включают:

Ecolab — один из крупнейших поставщиков санитарных и моющих решений для различных областей, включая HoReCa. Их продукты часто разрабатываются с акцентом на эффективность и безопасность для пользователей и оборудования.

Diversey — еще одна крупная компания, предлагающая широкий спектр моющих средств, которые взаимодействуют с банкомоечными машинами. Diversey фокусируется на разработке инновационных очищающих растворов, которые также учитывают экологические аспекты.

Karcher — известен своими высококачественными моющими средствами и оборудованием для уборки. Их растворы часто применяются в сочетании с банкомоечными системами для достижения наилучших результатов.

Lavorpro — предлагает линейку специализированных чистящих средств, которые эффективно удаляют загрязнения и жир, остающиеся на банкоматах и других поверхностях.

Эти марки предлагают специальные формулы, которые помогают не только очищать оборудование, но и продлевают его срок службы, предотвращая коррозию и другие повреждения. Выбор конкретного бренда и продукта может зависеть от требований к эффективности очистки, стоимости и предпочтений конечного пользователя.

В случаях, когда мойка тары не обеспечивает требуемой бактериальной чистоты, в моечной машине необходимо дополнительно дезинфицировать тару, погружая ее на 1...2 мин в растворы хлорной извести, хлорамина, подогретые до 50 °С. Содержание активного хлора в растворах не ниже 100 мг/л. Для дезинфекции можно использовать и другие препараты, разрешенные органами здравоохранения для этих целей.

После дезинфекции банки обрабатываются путем шприцевания горячей водой температурой 90...95 °С до полного удаления дезинфицирующего вещества.

При соблюдении технологического регламента мойки банок в специализированных моечных машинах типа СП в большинстве случаев отпадает необходимость в дополнительной дезинфекции банок.

После мойки осуществляют обработку банок острым паром в следующих случаях: если процесс мойки не обеспечивает требований к бактериальной чистоте тары, во избежание термического боя при фасовании горячей продукции.

Минимальное время обработки 1 мин. Температура банки после прошпаривания должна быть не ниже 80 °С.

При фасовании горячей продукции для предотвращения термического боя шпарочная аппаратура устанавливается на расстоянии не более 2 м от наполнителя. Разница температур стеклотары и продукции при фасовании должна быть не более 30 °С [17].

При подготовке новой тары ограничиваются мойкой ее горячей оборотной водой (75...85 °С) в течение 2...3 мин и ополаскиванием горячей (90...95 °С) чистой водой в течение 0,7...1 мин и прошпариванием паром. Контроль за качеством вымытых банок осуществляется так же, как и для оборотной тары.

Применяемые химические моющие растворы позволяют удалить с поверхности тары загрязнения, даже самые сложные, но могут оказывать и отрицательный эффект. При несоблюдении правил проведения дезинфекционных мероприятий на пищевом предприятии, если после дезинфекции с обработанных поверхностей, оборудования, посуды и тары не смывают водой остатки дезинфицирующих средств, они могут перейти в укупориваемый продукт, вызвав тем самым его химическое загрязнение, и как следствие, порчу продукта и пищевые отравления.

Кроме этого химические моющие средства имеют еще ряд серьезных недостатков. Все эти моющие средства, особенно импортные, довольно дорогие,

требуют соблюдения особых мер осторожности, работы со средствами защиты и специальных условий хранения. При смывании отработанной жидкости с остатками моющих растворов происходит загрязнение экологии, т.к. такие воды содержат соли-фосфаты, хлор и другие вредные вещества, а при попадании в водоемы вызывают обильное разрастание водорослей и заиливание. Синтетические моющие средства обладают повышенным пенообразованием и, попадая в систему канализации и на очистные сооружения, затрудняют их работу.

Таким образом, проведенные анализ видов тары, загрязнений, режимов мойки и конструкции банкомоечных машин можно заключить, что:

- в перерабатывающей и консервной промышленности широко применяются стеклянная, металлическая и пластиковая тары. Все эти виды тары являются многократными в использовании и периодически подвергаются мойке;

- существующие в настоящее время моечные машины имеют большой расход пара (50...100 кг/ч) на нагрев воды до высоких параметров или расхода электроэнергии при установке ТЭНов, следовательно, добиться сокращения расхода пара, не ухудшая качества мойки тары – одна из задач данного исследования;

- применяемые моющие средства оказывают негативное воздействие на окружающую среду вызывая ее загрязнение. При недостаточно качественном ополаскивании вымытой тары на её поверхности могут оставаться следы моющего раствора, что приводит к попаданию его в продукты, а это вызывает химическое загрязнение продукта и может привести к отравлениям;

- моющий и дезинфицирующий эффект резко падает при снижении температуры воды в моечных ваннах до 30 – 35° С;

- при использовании жесткой воды происходит отложение солей на формах вызывая их забивание.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА МОЙКИ ТАРЫ

2.1 Теоретические исследования влияния ПАВ и поверхностного натяжения воды на процесс интенсификации мойки тары

В консервной промышленности чистота вымытых банок и бутылей является одним из важнейших показателей, обеспечивающих хорошее качество продукции при хранении.

В соответствии с санитарными правилами для перерабатывающих предприятий оборотная тара должна пройти операцию дезинфекции и мойки. Для санитарной обработки тары, оборудования и инвентаря применяются моющие и дезинфицирующие средства. Разрешается использовать растворы кальцинированной соды, тринатрийфосфата, применяются также синтетические моющие средства (СМС) – «Прогресс», «Посудомой», «Блеск», «Вильва», «Алита» и др.

С помощью моющих растворов обеспечивается активное и полное протекание следующих процессов: смачивание подвергающихся очистке поверхностей, диспергирование загрязнений и стабилизация отделившихся от поверхности загрязнений в моющем растворе. Смачивание отмываемых поверхностей зависит от поверхностного натяжения моющего раствора и межфазного натяжения на границе жидкость – твердое тело, газ – твердое тело. Чем меньше поверхностное натяжение моющего раствора, тем эффективнее процесс очистки.

Поверхностное натяжение моющего раствора является ключевым фактором, влияющим на эффективность очистки поверхности как консервной стеклянной тары, так и металлической. Этот параметр определяет, насколько хорошо моющее средство способно проникать в поры и микротрещины загрязненных поверхностей, а также взаимодействовать с загрязнениями и удалять их.

Когда речь идет о консервной стеклянной таре, важно учитывать, что поверхность стекла может иметь разные свойства в зависимости от его обработки и покрытия. Высокое поверхностное натяжение моющего раствора может создавать пленку, которая не позволяет средству должным образом контактировать со всей поверхностью. Это может привести к недостаточной очистке, особенно в местах, где накапливаются остатки пищи или жировые загрязнения. Снижение поверхностного натяжения, достигаемое добавлением ПАВ (поверхностно-активных веществ), помогает раствору лучше распределяться по поверхности, проникая в микротрещины и обеспечивая более эффективное удаление загрязнений [33].

Для металлической тары влияние поверхностного натяжения также значимо, но в этом случае дополнительно учитываются факторы, такие как коррозионная устойчивость. Металлические поверхности могут быть более подвержены коррозии при использовании агрессивных моющих средств, поэтому выбор раствора с оптимальным уровнем поверхностного натяжения имеет первостепенное значение. Снижение поверхностного натяжения позволяет моющему раствору легче обволакивать поверхность, что повышает эффективность удаления остатков, однако необходимо следить за тем, чтобы не использовать слишком сильные вещества, способные повредить гладкость и защитные свойства металла.

Поверхностное натяжение воды является важным физическим свойством, влияющим на множество явлений, включая капиллярные эффекты, испарение и взаимодействие с другими веществами. Значение поверхностного натяжения воды изменяется в зависимости от её температуры, что связано с изменением intermolecular interactions (молекулярных взаимодействий) между молекулами воды.

При увеличении температуры поверхностное натяжение воды уменьшается. Это изменение связано с тем, что при повышении температуры молекулы воды получают больше кинетической энергии, что ослабляет их взаимные

притяжения. В частности, при высокой температуре молекулы движутся быстрее и способны преодолевать силы взаимного притяжения, что приводит к уменьшению общей силы, действующей на поверхность воды.

На уровне эмпирических значений, при температуре 0 °C поверхностное натяжение воды составляет приблизительно 75,6 мН/м, а при 100 °C это значение падает до roughly 58,9 мН/м. Это уменьшение обсуждается как результат увеличения термической энергии молекул, что значительно ослабляет водородные связи – ключевой аспект связей между молекулами воды [34].

Это важное явление имеет практическое значение. Например, уменьшение поверхностного натяжения при нагревании воды влияет на процессы, такие как смешивание жидкости, образование пузырьков и даже работу пенообразующих средств. Также нужно учитывать, что на поверхностное натяжение воды могут влиять добавленные вещества, такие как соли, мыла или другие поверхностно-активные вещества, которые могут вмешиваться в молекулярные взаимодействия.

Таким образом, анализ значений поверхностного натяжения воды в зависимости от температуры показывает, что при нагревании этот показатель уменьшается, что, в свою очередь, оказывает значительное влияние на многие физические и химические процессы, происходящие в водной среде.

Таким образом, правильный выбор моющего раствора, учитывающий его поверхностное натяжение, играет ключевую роль в достижении качественной мойки как стеклянной, так и металлической тары. Уменьшение этого показателя приводит к лучшему проникновению средства в загрязнения и, следовательно, увеличивает эффективность мойки, при этом необходимо соблюдение баланса между чистотой и сохранностью материалов.

Поверхностное натяжение воды при температуре 20 °C составляет $72,75 \cdot 10^{-3}$ Н/м. С повышением температуры величина поверхностного натяжения, в результате ослабления межмолекулярного взаимодействия, снижается и при критической температуре $t = 374,2$ °C, когда исчезает граница между жидкостью и паром, равна нулю.

Поверхностное натяжение воды или моющего раствора можно снизить двумя способами:

- термическим;
- путем введения поверхностно-активных веществ (ПАВ).

С увеличением концентрации ПАВ поверхностное натяжение падает до некоторого наименьшего значения, оставаясь в дальнейшем практически постоянным.

Диспергирование загрязнений моющим раствором в основном зависит от наличия в нем щелочей и ПАВ. Жировые и белковые части загрязнений эмульгируют благодаря щелочам и определенным ПАВ.

Стабилизация отделившихся от отмываемой поверхности загрязнений также в основном определяется наличием в моющем растворе ПАВ.

Частицы загрязнений, диспергированные в моющем растворе, адсорбируют на своей поверхности молекулы ПАВ, которые сориентированы так, что частица загрязнения представляет собой поляризованную мицеллу. Поскольку мицеллы имеют одинаковые заряды, то частицы загрязнений не осаждаются на отмываемую поверхность.

На качество моющего раствора также значительное влияние оказывает жесткость воды. При жесткости воды свыше 7,14 мг·экв/л расход щелочных моющих средств возрастает по сравнению с водой, жесткость которой ниже. Поэтому для приготовления моющих растворов необходимо использовать умягченную воду.

Щелочная среда моющих растворов должна находиться в пределах $pH=10\dots14$. Водородный показатель дезинфицирующих растворов находится в пределах $pH=1,5\dots4,0$ [35].

2.2 Теоретические исследования влияния электроактивированной воды на процесс интенсификации мойки тары

Электроактивированная вода — это вода, в которую были внесены изменения под воздействием электрического тока. Этот процесс, также известный как электролиз, позволяет получать воду с особыми свойствами, которые отличаются от обычной воды [36] (рисунок 2.1).

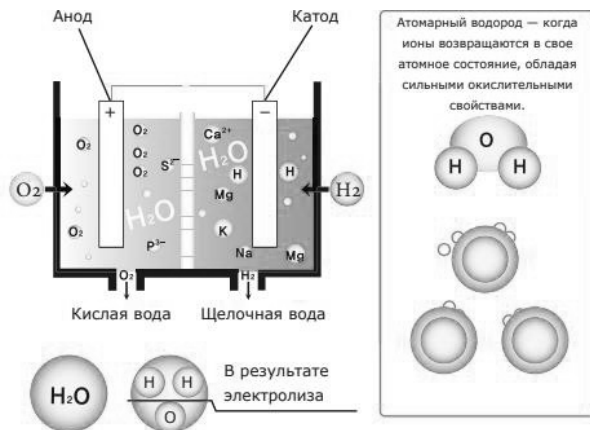


Рисунок 2.1 – Схема процесса электролиза

Известны свойства щелочной и кислотной воды полученных в результате электролиза.

При электролизе воды, на катоде (–) образуется щелочная ионизированная вода (уровень pH 7,5...10) с минералами, такими как Ca, K, Mg, Na, и т. д., из-за реакции гидроксид-ионов (OH⁻).

На аноде (+) из-за реакции кислорода (O₂), собирается много ионов водорода (H⁺) (уровень pH 3,5...6,5), а также кислые ионы воды включают в себя много ионов минералов, таких как Cl, S, P [37-38].

При обработке воды в электроактиваторе получают католит и анолит в соотношении 1:3. При этом расход энергии составляет около 10 кВт/м³.

Получение католита происходит следующим образом: в специальной ёмкости, содержащей воду или раствор, помещаются электроды, подключенные к источнику постоянного тока. Когда электрический ток проходит через воду, он вызывает её электролиз. На катоде, где происходит восстановление, образуется водород и щелочные ионы (например, гидроксид-ион OH⁻), что

приводит к повышению pH раствора и образованию католита. Анодный процесс приводит к образованию кислоты, что формирует анолит, каждый из этих продуктов обладает своими уникальными свойствами [38].

Свойств католита:

Щелочная реакция: Католит имеет более высокий уровень pH, чем neutros, что делает его более щелочным. Это связано с присутствием гидроксид-ионов, которые возникают в результате электролиза.

Антибактериальные свойства: Католит обладает способностью подавлять рост различных микроорганизмов, и это делает его полезным для дезинфекции.

Улучшение качества воды: Как правило, католит может улучшать физико-химические свойства воды, что может быть полезно для сельского хозяйства, например, в процессе орошения.

Потенциал для роста растений: Некоторые исследования показывают, что католит может способствовать более быстрому росту растений и улучшению их общего состояния.

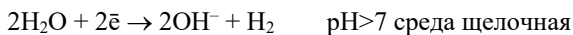
Окислительно-восстановительные свойства: Из-за присутствия активных форм кислорода, католит может иметь сильные окислительные свойства, что может быть использовано в различных химических и биологических процессах.

Таким образом, католит — это продукт, получаемый в процессе электроактивации воды, который обладает множеством полезных свойств, что делает его актуальным как в сельском хозяйстве, так и в других областях.

В результате катодной (католит) обработки вода приобретает щелочную реакцию, становится мягкой, светлой, с щелочным привкусом, иногда с белым осадком. Уменьшается её поверхностное натяжение, снижается количество растворённого кислорода и азота, возрастает концентрация водорода, свободных гидроксильных групп, уменьшается электропроводность.

$K(-) + e^-$

Водород восстанавливается из воды

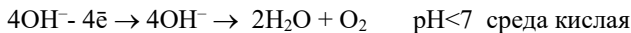


Известно [38], что вода с уровнем pH 10...11 обладает сильным очищающим эффектом, может быть использована для мытья фруктов, овощей, мойки разделочных досок, кухонного инвентаря, может быть использована вместо привычных чистящих средств. Количество используемой воды, в таком случае, уменьшается на одну треть, по сравнению с обычным мытьем моющими средствами.

При анодной (анолит) электрохимической обработке кислотность воды увеличивается, несколько уменьшается поверхностное натяжение, увеличивается электропроводность, возрастает количество растворённого кислорода, хлора, уменьшается концентрация водорода, азота, изменяется структура воды. Вода приобретает коричневатый оттенок, кисловатый привкус, с характерным запахом.



Способность окисления увеличивается



Анолит имеет ряд свойств, которые делают его полезным в различных областях, включая медицинские, санитарные и производственные:

Антимикробные свойства: Анолит обладает высокой активностью против бактерий, вирусов и грибов. Это делает его эффективным средством для дезинфекции.

Безопасность: Многие анолиты безопасны для использования в медицинских и пищевых целях, поскольку они не содержат токсичных компонентов и разлагаются на безопасные вещества.

Универсальность применения: Анолит может использоваться для чистки и дезинфекции поверхностей, медицинских инструментов, а также в водоснабжении и в пищевой промышленности.

Экологичность: Анолит часто является экологически чистым средством, так как он разлагается на обычные компоненты, такие как вода и соль.

Способность к окислительно-восстановительным реакциям: Анолит способен окислять и инактивировать органические и неорганические вещества, что придаёт ему дополнительные дезинфицирующие свойства.

Стабильность: В зависимости от условий хранения, анолит может иметь различную стабильность и срок годности, что важно учитывать при его использовании. Эти свойства делают анолит полезным инструментом в борьбе с инфекциями и в поддержании гигиеничности в различных сферах.

Известно, что сильноокислая вода с pH 2,5 [38] обладает сильными антибактериальными свойствами. Используется для обработки любых кухонных поверхностей, разделочных досок, столовых приборов и т.д. Кислая вода была одобрена законом о гигиене для дезинфекции продуктов питания.

Для того, чтобы убить бактерии на поверхности продуктов, а также смыть с поверхности овощей пестициды, рекомендуется замочить их (зелень, фрукты, овощи) на 2-3 минуты в сильноокислой воде или распылить ее из спрея. Затем минимум на 5 минут замочить в сильнощелочной воде.

Для математического расчета водородного показателя используют видоизменённый закон Фарадея:

для катодной среды:
$$C_{\text{OH}^-} = C_{\text{OH}^-}^0 + \eta_{\text{OH}^-}^{\text{кат}} \cdot \frac{I \cdot \tau}{F \cdot V_{\text{кат}}}; \quad (2.1)$$

для анодной среды:
$$C_{\text{H}^+} = C_{\text{H}^+}^0 + \eta_{\text{H}^+}^{\text{анод}} \cdot \frac{I \cdot \tau}{F \cdot V_{\text{анод}}}. \quad (2.2)$$

Это позволяет нам определить водородный показатель воды не прибегая к эксперименту. На графике ниже это наглядно показано. Также мы можем рассчитать условия для получения воды с уровнем pH, который нам требуется.

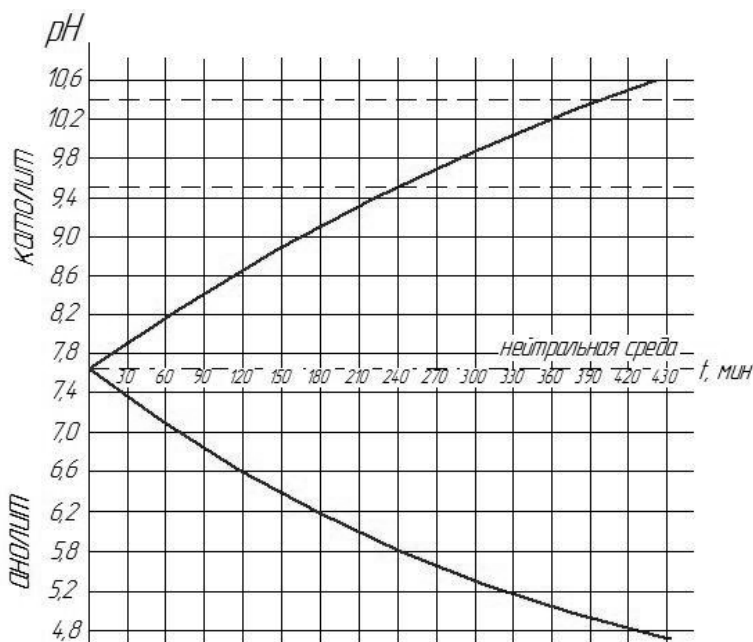


Рисунок 2.2 – Зависимость изменения pH от времени

Таким образом, приготовленный в активаторе католит и анолит позволяет качественно смыть загрязнения с поверхности тары, осуществить ее дезинфекцию и существенно снизить затраты на приобретение моющих средств и затраты на электроэнергию. Помимо очистки и дезинфекции полученный раствор может использоваться и в других производственных целях.

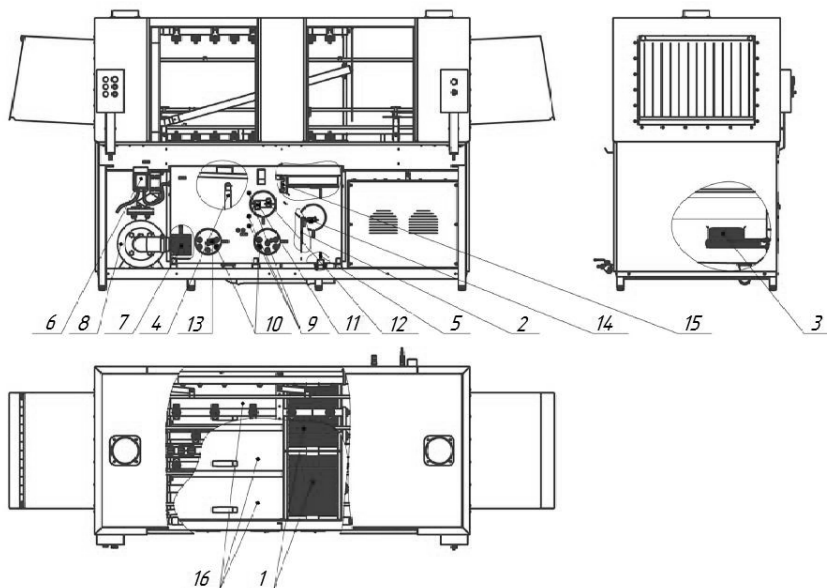
2.3 Обоснование применения активированной воды в машинах для мойки тары

Как уже отмечалось в главе 1 для отмывания наиболее трудноудаляемых (жировых) загрязнений в моечных машинах предусмотрены режимы нагрева моющего раствора до температуры 70...90 °С. Достичь такой температуры в

моечных ваннах банкомоечных машинах можно за счет пара или нагревательных элементов ТЭНов.

Мы предлагаем в качестве моющего раствора использовать электроактивированную воду.

Рассмотрим процесс приготовления моющего раствора в машине для мойки тары ММТ-600 (рисунок 2.3).



1 – фильтрующая система; 2 – перегородка; 3 – фильтр; 4 – переливная труба; 5 – пробка; 6 – насос-дозатор; 7 – фильтр насоса; 8 – насос; 9 – датчик уровня; 10 – электронагреватели (ТЭН); 11, 12, 13 – терморегуляторы; 14 – термовыключатель; 15 – направляющий профиль; 16 – лотки.

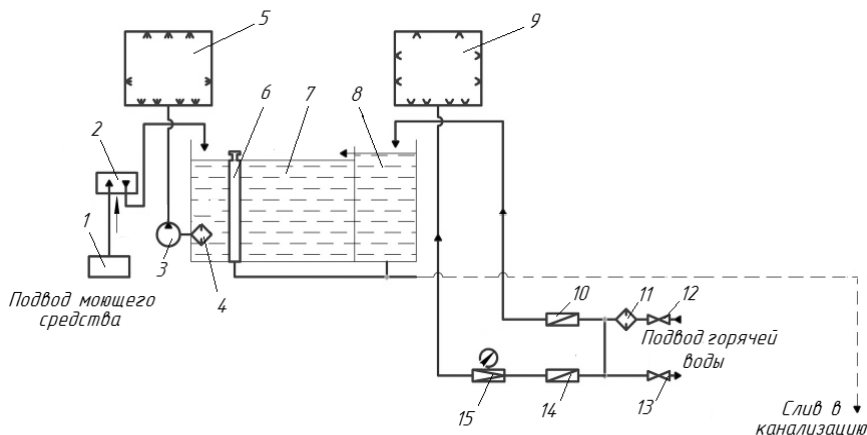
Рисунок 2.3 – Система подготовки моющего раствора в машине
для мойки тары ММТ-600

Ванна имеющая вместимость ≈ 300 л разделена перегородкой на две части: ванну и отстойник. Отстойник служит ёмкостью для осаждения мелких частиц загрязнителя прошедших через фильтра 1 (рисунок 2.3). На перегородку 2 с стороны отстойника устанавливается легкосъёмный фильтр 3, через

который моющий раствор поступает в ванну, а тяжёлые частицы загрязнителя осаждаются на дне отстойника. В дне ванны имеется сливное отверстие, в которое устанавливается переливная труба 4. В дне отстойника также имеется сливное отверстие, в которое устанавливается пробка 5. На стенке ванны расположен инжектор впрыска моющего средства, подаваемого насосом-дозатором 6. В нижней части ванны, на боковой стенке перед всасывающим патрубком насоса устанавливается легко съёмный фильтр насоса 7, который предотвращает попадание крупных частиц загрязнителя в насос 8.

В ванне установлены электроды датчиков уровня 9, трубчатые электронагреватели (ТЭН) 10. Рядом на стенке ванны расположены терморегуляторы 11, 12, 13 и термовыключатель 14 [24].

Гидравлическая схема машины представлена на рисунке 2.4.



1 – емкость моющего раствора; 2 – насос-дозатор моющего раствора; 3 – насос; 4 – фильтр насоса; 5 – коллектор моющий с форсунками; 6 – переливная труба; 7 – ванна; 8 – ванна-отстойник; 9 – коллектор ополаскивания с форсунками; 10, 14 – клапан электромагнитный; 11 – фильтр осадочный; 12, 13 – вентиль; 15 – автоматический редуктор.

Рисунок 2.4 – Схема гидравлическая моечной машины ММТ-600

В ванну-отстойник 8 через патрубок наполнения и ополаскивающие форсунки коллектора 9 начнет поступать вода после ополаскивания. При заполнении ванны-отстойника 8 до верхнего уровня вода начинает переливом переливаться в ванну 7.

После заполнения ванны водой до нижнего датчика уровня включается ТЭН ванны, и начнется нагрев воды до температуры 70...80 °С. Моющий раствор дозированно насосом-дозатором 2 подается в ванну 7. Таким образом обеспечивается моющий раствор необходимой концентрации.

После заполнения ванны водой до верхнего датчика уровня и нагрева воды до требуемой температуры машина будет готова к работе.

Моющий раствор насосом 3 через фильтр 4 подается в камеру мойки 5, где распыляясь через форсунки оmyвает тару со всех сторон. Тара ориентирована на подающем транспортере донной частью вверх. Далее тара поступает в зону чистого ополаскивания [39].

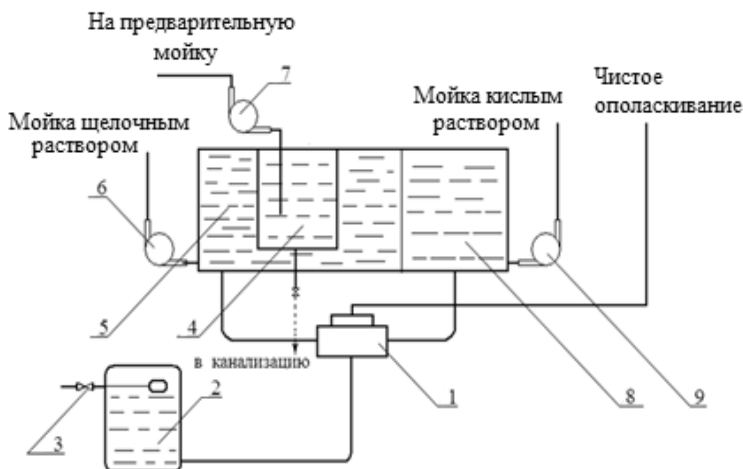
На основании вышеизложенных теоретических исследований, изученных свойствах анолита и католита, можно предложить использование активированной воды в машинах для мойки новой и оборотной тары на предприятиях пищевой и перерабатывающей промышленности.

Активированная вода может быть использована как в моечных машинах отмочно-шприцевального типа, так и в шприцевальных.

При использовании электроактивированной воды, переоборудуем систему приготовления раствора и подачи его в зону мойки тары.

Устанавливаем в моечную машину шприцевального типа моющий блок с активатором и с резервуарами для моющих растворов (рисунок 2.5).

Вода из уравнильного бака 2 поступает в теплоэнергетический блок 1 (электроактиватор), где под действием электрического тока протекает гидролиз, вода разделяется на кислую и щелочную. Данная реакция протекает с выделением тепла достаточного для проведения процесса мойки (40°С), а также нагрева чистой воды для первичного промыва тары.



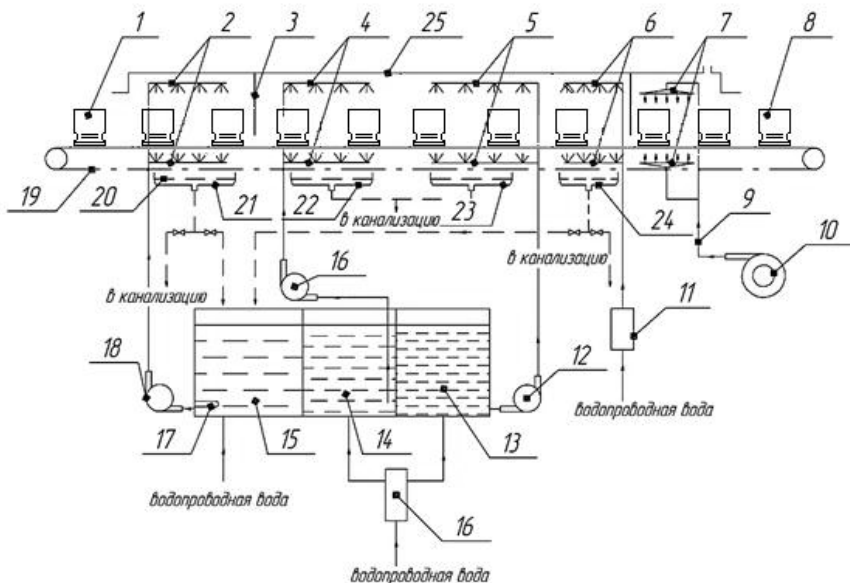
1 – теплоэнергетический блок; 2 – уравнивающий бак; 3 – вентиль; 4 – емкость для водопроводной воды; 5 – емкость с щелочным раствором; 6,7,9 – водяные насосы; 8 – емкость с кислым раствором.

Рисунок 2.5 – Схема гидравлическая экспериментальной установки для мойки тары.

Полученная кислая и щелочная вода в определенных количествах находится в накопительных емкостях.

Процесс мойки тары будет протекать по следующей схеме (рисунок 2.6): предварительный обмыв посуды подогретой до 35...40 °С водопроводной водой, мойка посуды активированной водой, температурой не ниже 40 °С и водородным показателем $pH=8...12$, мойка посуды активированной водой температурой 40 °С и водородным показателем $pH=4,0...4,5$, ополаскивание подогретой проточной водой [39].

В результате воздействия жидкости на загрязнения, происходит их напывание раствором и набухание, далее под действием силы струи происходит отделение загрязнений от поверхности тары.

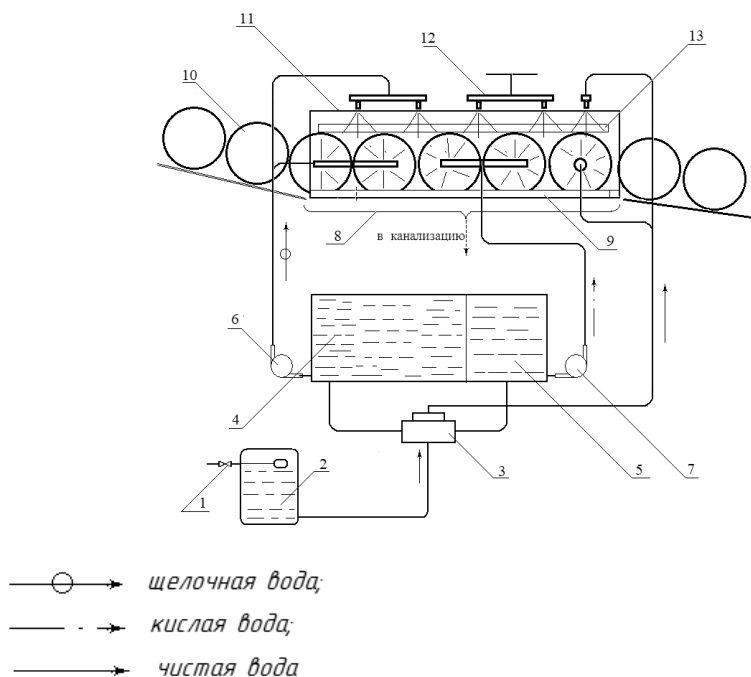


1 – тара, поступающая на мойку; 2 – распылители для подачи подогретой воды для обмыва тары; 3 – шторка; 4 – распылители щелочного раствора; 5 – распылители кислого раствора; 6 – распылители для подачи чистой горячей водопроводной воды; 7 – распределители воздушного потока; 8 – чистая тара; 9 – воздуховод; 10 – центробежный вентилятор; 11 – проточный водонагреватель; 12 – водяные насосы; 13 – емкость с кислым раствором; 14 – емкость с щелочным раствором; 15 – емкость для водопроводной воды; 16 – электроактиватор; 17 – ТЭНы; 18 – подающий транспортер; 19 – фильтр; 20, 21, 22, 23 – сборники для отработанной жидкости; 24 – туннель.

Рисунок 2.6 – Схема проектируемой машины для мойки тары.

Применение кислой и щелочной воды позволяет проводить процесс мойки при более низких температурах, так как в ходе протекания химических реакций отделившиеся загрязнения не оседают на поверхности тары, а диспергируют в раствор.

Такой принцип использования электроактивированной воды можно использовать и в машинах шприцевального типа для мойки металлической тары (рисунок 2.7).



1 – вентиль; 2 – уравнильный бак; 3 – теплоэнергетический блок; 4 – бак с щелочным раствором; 5 – бак с кислым раствором; 6,7 – насосы; 8 – поддон для сбора отработанной воды; 9 – нижняя направляющая для тары; 10 – тара металлическая; 11 – моечная камера; 12 – коллекторы с форсунками; 13 – верхняя направляющая.

Рисунок 2.7 – Схема установки для мойки металлической тары

Процессы мойки протекает следующим образом. Вода из уравнильного бака подается в теплоэнергетический блок где под действием электрического тока разделяется на щелочную и кислую. Как известно [38] вода с уров-

нем pH 10...11 обладает сильным очищающим эффектом, обладает повышенной растворяющей способностью, нейтрализует коррозионно-агрессивные свойства, поэтому может быть использована в системе мойки для отделения и растворения загрязнений на поверхностях тары. Количество используемой воды, в таком случае, уменьшается на одну треть, по сравнению с обычным мытьем моющими средствами. Известно, что сильноокислая вода с pH 2,5 [37,38] обладает сильными антибактериальными свойствами, является антисептиком и консервантом, хорошо подходит для последующей обработки тары с целью её дезинфекции. И на выходе из установки металлическая тара подвергается чистому ополаскиванию [40].

2.4 Теоретические исследования влияния гидродинамического действия моющей струи на процесс мойки тары

Эффективность мойки будет зависеть и от гидродинамического действия струи на поверхность тары, т. е. от способности струи размывать оставшиеся загрязнения после отмочки и удалять их.

При увеличении напора механическое действие струи увеличивается и улучшает мойку за счет увеличения площади очищаемой поверхности. Однако при чрезмерном повышении напора увеличивается расход воды и электроэнергия на мойку и наступает момент, когда возросший расход электроэнергии уже не оправдывается увеличением интенсивности мойки, а площадь очищаемой поверхности начинает уменьшаться.

Большое значение на качество мойки будет оказывать угол вхождения струи в тару, а также расстояние от насадка, до поверхности тары.

Изменение угла вхождения струи в тару приводит к тому, что моющая жидкость с разной скоростью распределяется по внутренней поверхности тары и оказывает разное гидродинамическое воздействие на загрязнения. Это может привести к тому, что часть загрязнений не будет удалена с поверхности тары, т.к. усилие струи будет недостаточным.

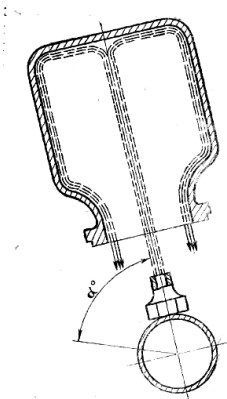


Рисунок 2.6 – Схема вхождения струи в тару относительно донной её части.

Максимальное количество жидкости, подаваемой в тару (банки, бутылки) без ввода шприца, может быть определено по следующей эмпирической формуле:

$$Q_m = 0,64 \cdot D^{1,63}, \text{ м/с} \quad (2.3)$$

где D – внутренний диаметр горлышка тары, мм

Действительное количество жидкости, поступающей в тару (банку, бутылку), зависит от диаметра сопла и напора жидкости. Оно определяется по известной из гидравлики формуле

$$Q = \mu \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}, \text{ м/с} \quad (2.4)$$

где Q – расход жидкости через сопло, м/с;

μ – коэффициент расхода (ориентировочно 0,65);

d – диаметр сопла, м;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения;

H – напор жидкости в шприцевой трубке, м.

Для нормальной работы сопла необходимо выполнение условия $Q < Q_m$,
т. е.

$$0,65 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} < 0,64 \cdot D^{1,63} \quad (2.5)$$

Из этого условия может быть рассчитан предельный диаметр сопла.

$$d = 1,1 \cdot \sqrt{\frac{D^{1,63}}{\sqrt{2 \cdot g \cdot H}}}, \text{ мм} \quad (2.6)$$

Гидродинамическое действие струи моющей жидкости будет зависеть ещё и от расстояния между форсункой (распылителем) и поверхностью тары.

Расход жидкости на мойку тары можно определить по зависимости:

$$Q_{ж} = \mu \cdot \frac{\pi \cdot d_o^2}{4} \cdot n_o \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot p_{\phi}}{\rho_{ж}}}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (2.7)$$

где μ – коэффициент расхода жидкости при истечении ее через отверстие форсунки, $\mu=0,65$ [41];

d_o – диаметр отверстия форсунки, м;

n_o – число отверстий в распылителе, шт.;

p_{ϕ} – давление жидкости у форсунки, $p_{\phi}=3 \cdot 10^5$ Па [41];

$\rho_{ж}$ – плотность жидкости, принимаем $\rho_{ж}=1000$ кг/м³ [41].

Общий расход воды на мойку одного ящика в соответствии с рекомендациями [41] составляет 1,34 л.

Для отмоочно-шприцевальных машин определяют расход воды на мойку тары по участкам моечной машины с учетом продолжительности ее обработки.

2.5 Обоснование мощности электроактиватора

Исходя из разницы температур $t_{к}, t_{н}$ в начале нагрева воды и в конце мойки можно рассчитать мощность, необходимую для нагрева воды до определенной температуры в каждой камере активатора в ходе его работы.

Согласно технологии мойки тары, рассмотренной выше, температура воды для мойки тары находится в пределах 70...80 °С, а использование активированных сред позволит снизить их температуру до 60 °С [17].

Таким образом можно теоретически рассчитать мощность необходимую для нагрева воды в катодной и анодной камерах до необходимой температуры при ступенчатом её нагреве от 20°С с шагом в 10°С.

$$P = \frac{Q \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot c \cdot (t_{\text{к}} - t_{\text{н}})}{\eta_{\text{н}}}, \text{Вт} \quad (2.8)$$

где Q – производительность активатора, $\text{м}^3/\text{с}$;

$\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$;

C – удельная теплоемкость воды, $4,19 \text{ кДж}/\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}$;

$t_{\text{к}}, t_{\text{н}}$ – температура соответственно в конце и начале нагрева, $^\circ\text{С}$;

$\eta_{\text{н}}$ – КПД активатора по нагреву, принимается в пределе 0,9-0,98 [42].

Зная расход воды в камерах и объем резервуаров для кислой и щелочной воды, можно определить производительность активатора.

$$Q = \frac{V_{\text{резер}}}{\tau}; \text{м}^3/\text{с} \quad (2.9)$$

По расходу выхода активированной воды и мощности можно подобрать модели электролизеров [31].

В результате теоретических исследований установлено:

- поверхностное натяжение воды при температуре 20°С составляет $72,75 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$ и снижается при повышении температуры в результате ослабления межмолекулярного взаимодействия; при температуре $t = 374,2^\circ\text{С}$, когда исчезает граница между жидкостью и паром, поверхностное натяжение воды равно нулю;

- электроактивированная вода интенсифицирует процесс мойки тары за счет протекания химических реакций, в результате которых процесс растворения и отделения загрязнений происходит более активно;

- процесс мойки тары зависит от диаметра форсунок (распылителей), угла распыла воды и её давления.

3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕОВАНИЙ

Методика проведения данного исследования разработана на основе анализа работ, посвященных вопросам мойки и дезинфекции консервной тары в машинах шпигевального типа, а также на основе результатов теоретических исследований, представленных в работе.

Лабораторными исследованиями предусматривалось проведение следующих экспериментов:

- исследовать влияние уровня pH анолита и католита на качество обрабатываемой поверхности консервной тары;
- исследовать влияние диаметра форсунки на площадь омываемой поверхности тары.

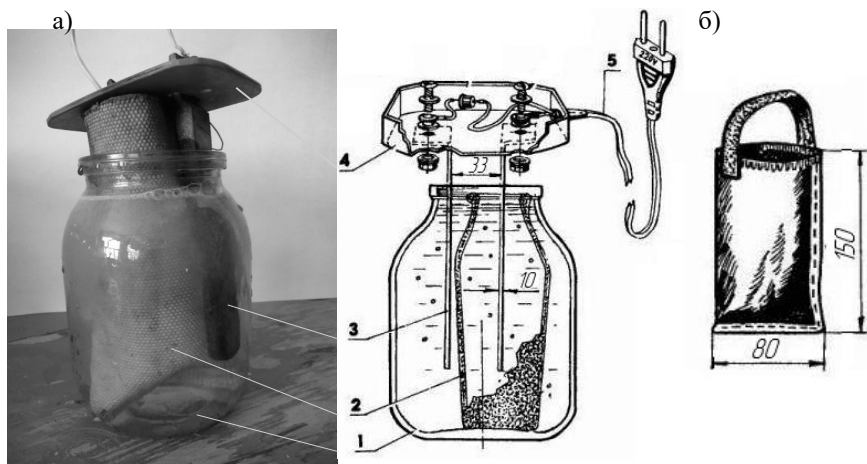
3.1 Методика определения уровня pH анолита и католита и его влияния на качество мойки консервной тары

Для подтверждения влияния полученных электроактивированных растворов на качество мойки фруктов, овощей, стеклянной и металлической тары, и, в частности на развитие микроорганизмов нами был проведен эксперимент.

Для получения кислотной и щелочной воды был изготовлен активатор воды, состоящий из двух графитовых электродов, блока питания, разделительной мембраны и стеклянной тары (банки) (рисунок 3.1).

В качестве разделительной мембраны был изготовлен мешок из плотной брезентовой ткани, который одновременно являлся емкостью для сбора анолита (рисунок 3.2).

Толщина графитовых электродов 10 мм, закреплены на расстоянии 33 мм друг от друга на пластиковой пластине.



а) 1 – стеклянная тара; 2 – мембрана (брезентовый мешок); 3 – электрод;
4 – пластина; 5 – шнур питания

б) емкость для анолита (мешок)

Рисунок 3.1 – Схема лабораторного электроактиватора

Принцип работы устройства следующий: в стеклянную тару помещали брезентовый мешок, заливали обе емкости водой и помещали в каждую из них электроды, в одну катод, в другую анод. На электроды подавали напряжение 220 В (рисунок 3.2).

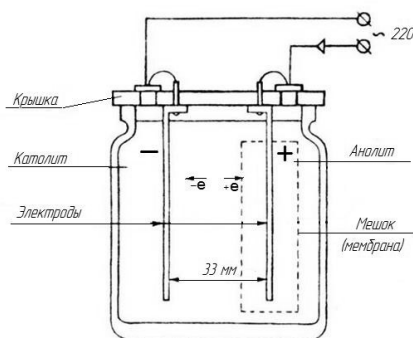


Рисунок 3.2 – Принцип работы устройства

В результате электролиза получили католит и анолит.

Уровень pH анолита и католита определяли через каждые 10 минут при помощи pH-метра pH-150МИ (рисунок 3.4). Чем больше время работы прибора, тем ниже показатель pH для анолита и выше для католита.

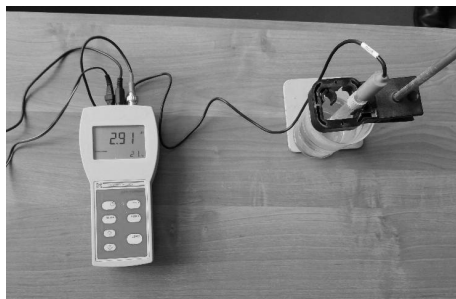
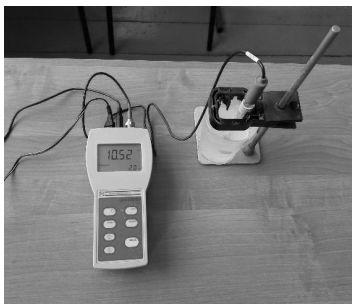


Рисунок 3.4 – Определение pH католита и анолита прибором pH-150МИ

Полученные экспериментальным путем зависимости представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 Изменения pH жидкости в зависимости от времени активации воды

Время активации, мин.	Водородный показатель, pH	
	анолит	католит
10	6,2	9,4
20	3,1	9,7
30	2,9	10,0
40	2,8	10,5

Полученными растворами анолитом и католитом обрабатывали исследуемую поверхность тары.

Таким образом внутренняя поверхность тары была обработана щелочным раствором с pH 10,5 с целью удаления имеющихся загрязнений, в том числе жировых, а затем кислотным раствором с pH 2,8 с целью уничтожения бактерий и микроорганизмов и затем промыта чистой проточной водой.

3.2 Методика определения параметров форсунки

В банкомоечных машинах для подачи моющего раствора могут использоваться различные типы форсунок, в зависимости от конструкции машины и требований к очистке. Основные типы форсунок, которые могут быть установлены в таких системах, включают:

Распылительные форсунки — создают мелкодисперсный туман моющего раствора, что позволяет равномерно покрывать очищаемую поверхность. Они могут быть как статическими, так и вращающимися.

Форсунки с регулируемым углом распыла — позволяют изменять угол распыла моющего раствора, что дает возможность адаптировать процесс очистки под разные поверхности и условия.

Вращающиеся форсунки — обеспечивают более интенсивное очищение за счет вращающегося потока воды, что позволяет эффективно удалять загрязнения с труднодоступных мест.

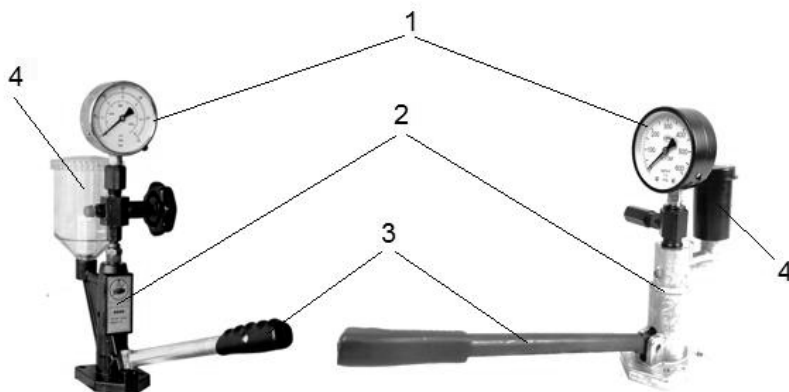
Плоские струйные форсунки — создают плоскую струю моющего раствора, что может быть полезно для обработки больших поверхностей.

Форсунки с высоким давлением — используются для более эффективного удаления стойких загрязнений и могут работать при высоком давлении.

Выбор конкретного типа форсунок зависит от задач, которые необходимо решить при очистке, а также от характеристик самой банкомоечной машины.

Известно, что на качество мойки тары будут оказывать влияние такие параметры, как диаметр выходного отверстия форсунки, давление распыла, угол распыла и расстояние от форсунки до омываемой поверхности. От этих параметров напрямую зависит площадь омываемой поверхности тары.

Влияние диаметра выходного отверстия форсунки на площадь омываемой поверхности проверяли на приборе для испытания и регулировок форсунок КИ-562 (рисунок 3.5).



1 – манометр; 2 – стойка-корпус; 3 – рычаг; 4 – бак.

Рисунок 3.5 – Прибор испытания форсунок КИ-562

Прибор КИ-562Д можно использовать для измерения объемной производительности, проверки гидроплотности, а также для оценки формы и интенсивности факела распыла форсунки [46].

Прибор предназначен для испытания и регулировки форсунок автотракторных дизельных двигателей на стационарных и передвижных диагностических и ремонтных предприятиях. В данном эксперименте в качестве технологической жидкости будем использовать воду.

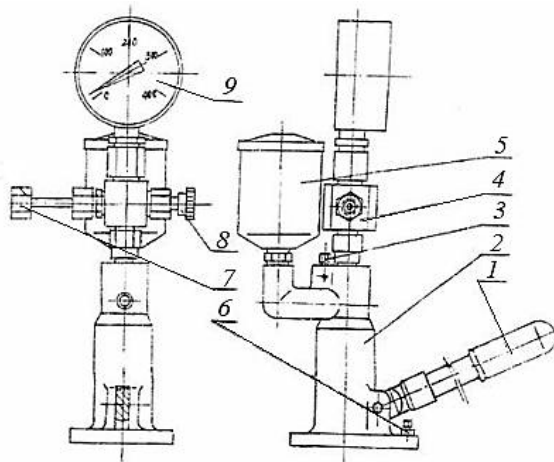
Для проведения эксперимента выбрали три форсунки с диаметрами отверстий 1 мм, 2 мм и 3 мм.

Эксперимент проводили в следующей последовательности:

Устанавливаем на прибор в держатель форсунку, подсоединяем трубопровод высокого давления к форсунке.

Производим подачу рабочей жидкости прокачав насос ручкой 1 (рисунок 3.6) и наблюдаем за распылом жидкости на различных режимах её работы. Режим работы форсунки устанавливается путем изменения давления подачи жидкости. Давление подачи жидкости контролируем по манометру.

Качество распыла определяем по пятну распыла на лист бумаги, определяем диаметр пятна распыла и далее вычисляем площадь распыла жидкости форсункой. По равномерному покрытию площади распыла можно оценить рабочее состояние форсунки (рисунок 3.7).



1 – ручка насоса; 2 – стойка; 3 – клапан сброса давления; 4 – насос; 5 – бак;
6 – механизм крепления; 7 – держатель; 8 – вентиль; 9 – манометр.

Рисунок 3.6 – Схема прибора КИ-562

Полученные экспериментальные данные заносим в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 Зависимость площади форсунки от давления на выходе из форсунки и её диаметра

	$P,$ кг/см^2	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,4	4,0
$\varnothing 1 \text{ мм}$	$F,$ мм^2	0	100	300	400	500	600	650	650	650	600
$\varnothing 2 \text{ мм}$	$F,$ мм^2	200	500	800	1000	1200	1400	1550	1600	1600	1500
$\varnothing 3 \text{ мм}$	$F,$ мм^2	500	1000	1500	1800	2200	2400	2550	2600	2600	2550

Вычисляем площадь сопла форсунки при разных диаметрах отверстий

$$F_{\phi} = \frac{\pi \cdot d_c^2}{4}, \text{ мм} \quad (3.1)$$

где d_c – диаметр сопла форсунки в выходном сечении, мм

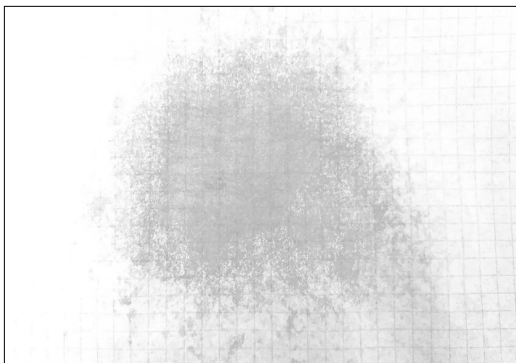


Рисунок 3.7 – Пятно распыла жидкости через форсунку на расстоянии 100 мм



Рисунок 3.8 – Форсунки

На площадь очищаемой поверхности оказывает влияние расстояние от форсунки до очищаемой поверхности.

Проведем эксперимент по определению площади распыла в зависимости от расстояния. Эксперимент проведем при помощи прибора КИ-562.

Полученные данные представим в таблице 3.3.

Таблица 3.3 Зависимость площади распыла от расстояния между форсункой и поверхностью распыла при $\varnothing$ форсунки 1 мм

Н, мм	100	200	300	400	500	600	700
F, мм ²	8000	5000	4000	3500	3000	2900	2800

На качество распыла моющего раствора оказывает влияние угол распыления. Одной из характеристик распыления является ударная сила струи, то есть то воздействие, которое оказывает струя. Ударная сила воздействия струи — это следствие распыления. Чем меньше угол, тем больше ударная сила струи и наоборот.

Максимальную силу имеют полнотруйные форсунки нитевидного распыления или отсечки. Они имеют угол 0 градусов и применяются для водоструйной резки, промывки сложных, загрязненных мест. Широкие углы в 120 или 140 градусов, наоборот, применяются для мягкого деликатного орошения, т.е. когда сила струи не нужна.

Оптимальным балансом в ширине угла и ударной силе являются форсунки с углом в 60 градусов. Абсолютное большинство шаровых форсунок типа EasyClip в таромоечных машинах, в АХПП (агрегатах химической подготовки поверхностей), где поэтапно идут процессы нанесения моющих средств, мойки струями, ополаскивания, имеют угол 60 градусов.

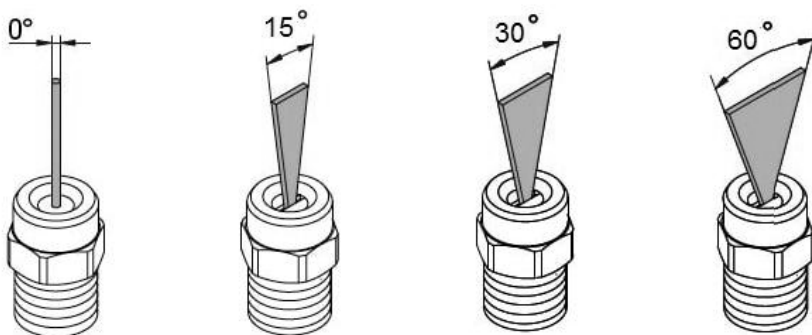


Рисунок 3.9 – Углы распыла жидкости через форсунки

3.3 Приборы и материалы

В качестве приборов для проведения экспериментов использовали РН-метр рН-150МИ и КИ-562Д.

РН-метр рН-150МИ

РН-метр рН-150МИ (рисунок 3.10) предназначен для измерения показателя активности ионов водорода (рН), окислительно-восстановительного потенциала (Еh) и температуры (Т) водных растворов.

Прибор прост в эксплуатации, работает в диалоговом режиме с использованием подсказок оператору, автоматическая диагностика параметров электродной системы.

Диапазон измерений рН от -1 до +14 зависит от характеристик применяемой электродной системы (в комплект входит электрод ЭСК-10603/7 с диапазоном измерения от 0 до 12)



Рисунок 3.10 – РН-метр рН-150МИ

Хранит в памяти 30 результатов измерений, выбранных оператором, а также «замораживает» на дисплее текущее показание. Автоматически распознает любой стандартный калибровочный раствор рН.

Измерение рН/дискретность/погрешность	-1...+14/0,01/±0,05
Измерение Eh/дискретность/погрешность, мВ	-2000...+2000/1/±3
Измерение Т/дискретность/погрешность, °С	-10...+100/1/±2
Время установки рабочего режима, не более, мин	115
Потребляемая мощность, мВт	10 мА
Питание	от сети: 220±22 В, 50±0,5 Гц от батарейки: тип АА 4х1,5 В (нет в комплекте)
Время непрерывной работы, ч	8 от сети (15 мин перерыв)

КИ-562Д

КИ-562Д опрессовки форсунок предназначен для проведения испытания и регулировочных работ автомобильных и тракторных форсунок, а также форсунок спецтехники.

Качество работы испытываемой форсунки определяется с помощью так называемым облаком распыла, которое производится на данном приборе с помощью нагнетания определенного давления в камеру впрыска. Все параметры впрыска определенного вида форсунок указывается в тест-планах, указанных в программном обеспечении.

Диапазон измерения давления МПа, (кгс/см ²)	0 ... 60 (0 ... 600)
Диапазон воспроизведения давления, МПа (кгс/см ²)	27(270)
Предел допустимого падения давления, МПа (кгс/см ²)	1,0 (10)
Предел допускаемой основной приведенной погрешности измерения давления, %	+ - 1,5
Номинальная подача топлива, мм ³ /цикл	1800
Время падения давления после достижения 27 МПа (270 кгс/см ²); мин.	3
Скорость измерения, кол-во измерений впрыска топлива за цикл	3
Емкость для технологической жидкости, л, не менее	1,9

4 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

4.1 Экспериментальные исследования влияния электроактивированной воды на процесс интенсификации мойки тары

Поиск новых экологически чистых средств и способов обработки тары является одним из важных вопросов для предприятий перерабатывающей промышленности.

Для подтверждения теоретических исследований влияния полученных растворов анолита и католита на качество мойки тары и в частности на ее дезинфекцию нами был проведен эксперимент.

Целью эксперимента являлось выявление степени влияния чистой проточной воды, моющего раствора и электроактивированной воды (аналита и католита) на чистоту отмывания поверхности тары.

Наличие остатков хранимого продукта можно определить визуально, а наличие микроорганизмов можно определить опытным путем, проверив сохранность хранимой в течение некоторого времени продукции.

В качестве тары были выбраны стеклянные банки одинакового объема. Внутреннюю поверхность тары обработали разными способами. 1-й вариант – чистая проточная вода, 2-й вариант – моющее средство, 3-й вариант – обработка щелочным раствором, обработка кислотным раствором и промыв чистой проточной водой. В качестве продукта, применяемого для хранения, использовали виноград, как наиболее быстро портящийся продукт.

Эксперимент заключался в следующем: 10 ягод винограда одинакового сорта поместили в три вымытые разными средствами банки. Эксперимент длился в течение 10 дней, каждый день проводили осмотр содержимого и определяли процент поражения ягод.

В результате проведения эксперимента были получены данные, представленные в таблице 4.1 по которым построен график зависимости порчи хранимого продукта (в %) от длительности хранения (рисунок 4.1).

Таблица 4.1 Результаты исследования хранимого продукта

	Дни опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		% поражения хранимого продукта									
Моющая среда	Чистая вода	0	10	30	45	50	60	70	80	90	100
	Моющий раствор	0	10	30	30	40	50	60	60	80	80
	Кислая и щелочная вода	0	10	20	30	40	40	40	40	40	40

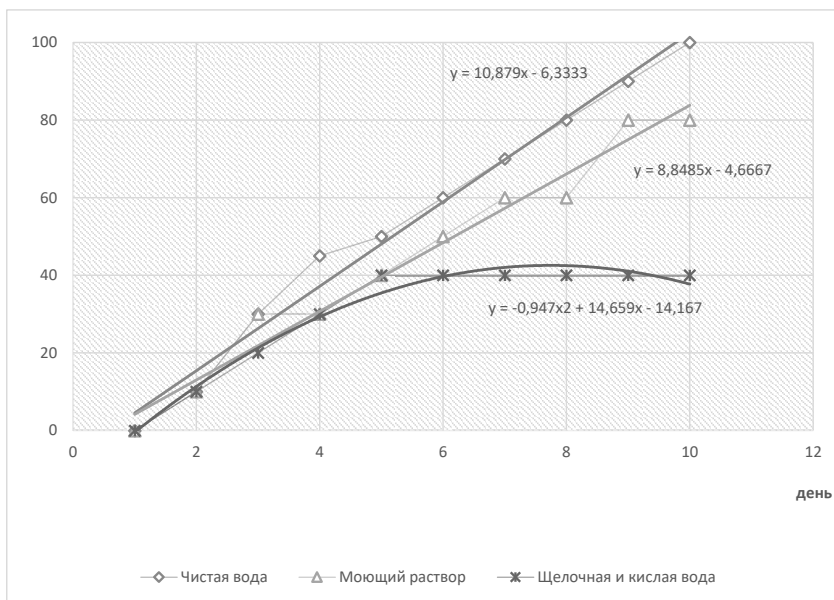


Рисунок 4.1 – Экспериментальные зависимости

Из анализа графика (рисунок 4.1) видно, что в первый день эксперимента в таре, вымытой разными моющими средствами развитие микроорганизмов не происходит, что говорит о чистоте поверхности тары. На второй день эксперимента наблюдается некоторое поражение хранимого продукта, причем процент поражения одинаков во всех трех банках т.е. микроорганизмы начинают незначительно развиваться и оказывать влияние на продукт. На третий день эксперимента процент поражения продукта в таре, вымытой активированной водой на 10% ниже, чем в таре, вымытой моющим раствором и чистой водой. Это говорит о том, что на поверхности этой тары начинается усиленный рост микроорганизмов, вызывающих порчу продукта. Наиболее ярко этот эффект начинает проявляться на шестой день хранения продукта, процент поражения продукта в таре, вымытой обычной водой на 20% выше, чем в таре, вымытой активированной водой. К концу эксперимента видно, что сохранность продукта в таре, обработанной щелочной и кислой водой на 60 % выше, чем в таре, обработанной чистой проточной водой и на 40 % выше, чем в таре, обработанной моющим раствором.

Данные опыта подтверждают, что на внутренней поверхности тары, обработанной щелочным и кислым растворами, находится значительно меньшее количество микроорганизмов вызывающих гниение продукта, следовательно, тара обработанная таким способом может применяться и для хранения продукта.

Из графика также видно, что в таре, вымытой моющим раствором наблюдается тоже некоторое замедление развития микроорганизмов (на 7 и 9 день). Следовательно, чтобы добиться гигиенической чистоты тары, вымытой моющим раствором, необходимо увеличить его концентрацию. Но чем выше концентрация моющего раствора, тем сложнее удалить его следы с тары, что может привести к увеличению расхода воды для чистого ополаскивания, а также к забиванию форсунок. Кроме этого на распылителях форсунок могут оставаться солевые отложения, что ухудшает распыл жидкости через форсунку.

Таким образом наиболее актуальным, экологически чистым и дешевым является предлагаемый способ обработки тары активированными средами (анолитом и католитом), который легко применим в таромоечных машинах любого типа.

Для выполнения указанных технологических операций нами предлагается конструктивная схема установки непрерывного действия представленная на рисунке 4.2. Данная установка позволит осуществлять очистку и мойку оборотной тары на перерабатывающих предприятиях.

Установка работает следующим образом. Вода из трубопровода поступает в уравнительный бак 12 оборудованный поплавковым клапаном, далее в теплоэнергетический блок 11, где под действием электрического тока разлагается на кислую и щелочную среду (анолит и католит). Полученные растворы поступают в соответствующие емкости 10 и 15. В ванне для католита размещена емкость 14 для водопроводной воды, подогрев которой осуществляется за счет регенерации тепла. Насосом 17 подогретая водопроводная вода подается к распылителям 2 и производится предварительный смыв загрязнений. Пройдя через фильтр 20 вода возвращается обратно в емкость 14. С помощью насосов 9 и 16 анолит и католит подаются к распылителям 3 и 4.

Поступающая на мойку тара 1 (ящики, банки стеклянные или металлические пустые) транспортером 18 подается в зону предварительного обмыва подогретой до 35...40 °С водопроводной водой (подогрев за счет химической реакции электролиза) и далее подается в зону мойки щелочным раствором температурой не ниже 40°С и водородным показателем $pH=8...12$, а затем в зону мойки кислым раствором температурой 40°С и водородным показателем $pH=4,0...4,5$. Промытая щелочным и кислым растворами тара попадает в зону ополаскивания чистой подогретой водой 5, а затем – в зону сушки горячим воздухом от калорифера 8 и далее отводится из установки.

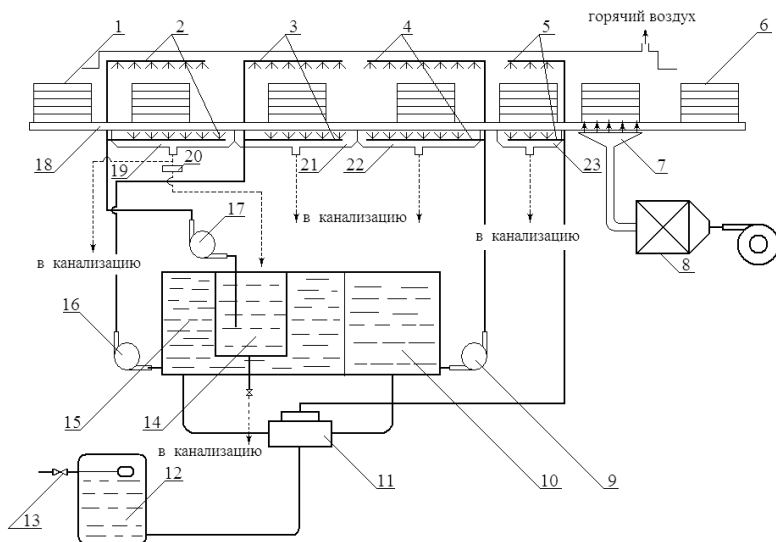
После окончания смены анолит и католит смешивают и удаляют в канализацию. Такую конструкцию установки можно применять в шприцевальных

моечных машинах для мойки любой тары: стеклянной, металлической или деревянной (рисунки 4.2 и 2.7). При сливе в канализацию анолит и католит смешиваются и превращаются в обычную воду, что оказывает положительное влияние на экологию и не вызывает загрязнения сточных вод химическими реагентами.

Загрязнения, удаленные с поверхности тары не оседают на дно ванны, как при применении моющих растворов, а диспергируют в раствор.

Предлагаемая конструкция электроактиватора проточного типа позволяет получить ЭВР с рН от 4,0 до 12 [39].

При обработке воды в электроактиваторе соотношение католита и анолита производится в пропорции 1:3. При этом расход энергии составляет около 10 кВт/м^3 , в то время как существующие конструкции посудомоечных машин потребляют от 24 до 36 кВт [47].



1 – посуда, поступающая на мойку; 2 – распылители для подачи подогретой воды для обмыва посуды; 3 – распылители щелочного раствора; 4 – распылители кислого раствора; 5 – распылители для подачи чистой горячей водопроводной воды; 6 – чистая посуда; 7 – воздуховод; 8 – калорифер; 9, 16, 17 –

водяные насосы; 10 – емкость с кислым раствором; 11 – теплоэнергетический блок; 12 – уравнильный бак; 13 – вентиль; 14 – емкость для водопроводной воды; 15 – емкость с щелочным раствором; 18 – подающий транспортер; 19, 21, 22, 23 – сборники для отработавшей жидкости; 20 – фильтр.

Рисунок 4.2 – Схема установки для мойки деревянной тары.

4.2 Экспериментальные исследования влияния гидродинамического действия моющей струи и параметров форсунки на процесс мойки тары

На качество отмыывания загрязнений с поверхности тары оказывают большое влияние давление подачи жидкости через форсунку, угол вхождения струи раствора к отмываемой поверхности, расстояние от форсунки до омываемой поверхности и диаметр самой форсунки.

Зависимость площади форсунки от давления на выходе из форсунки при разных ее диаметрах проанализируем по графику на рисунке 4.3.

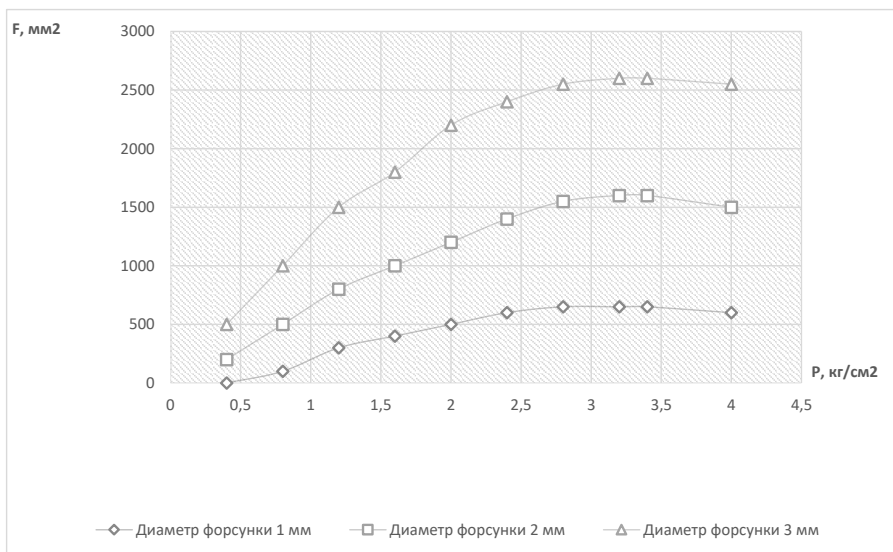


Рисунок 4.3 – График зависимости площади очищаемой поверхности от давления подаваемой жидкости

Анализ графика (рисунок 4.3) показывает, что с увеличением давления подаваемой через форсунку жидкости происходит увеличение площади очищаемой поверхности. Максимальное увеличение площади поверхности можно добиться при увеличении давления через форсунку до $3 \dots 3,2 \text{ кг/см}^2$. Дальнейшее увеличение давления подаваемой жидкости приводит к уменьшению площади очищаемой поверхности и, следовательно, является нецелесообразным.

На качество отделения загрязнений с поверхности тары оказывает влияние угол вхождения струи к обрабатываемой поверхности.

При вхождении струи под некоторым углом происходит воздействие струи на поверхность с разным давлением, в результате чего усилие струи на некоторых участках будет недостаточно для отделения загрязнения. Это приводит к некачественной мойке тары.

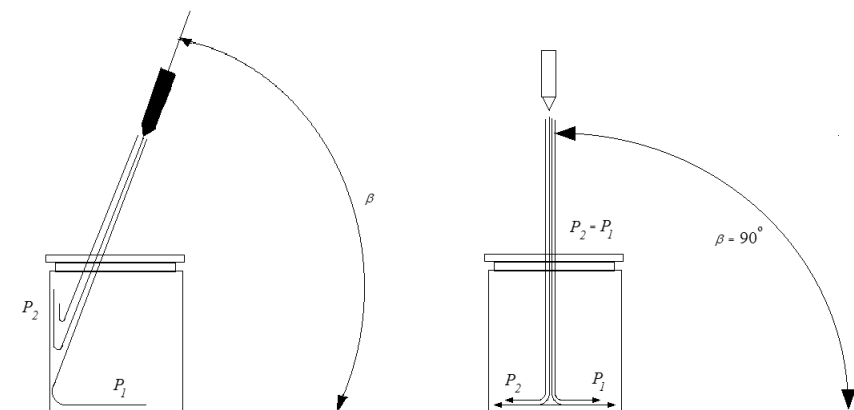


Рисунок 4.4 – Схема вхождения моющей жидкости в тару

Таким образом оптимальный угол, при котором моющая жидкость расходуется по стенкам тары с одинаковым давлением, является угол 90° (рисунок 4.4). Производительность мойки при этом достигает максимального значения [17].

Влияние расстояния от форсунки до поверхности тары видно из зависимости, представленной на рисунке 4.5.

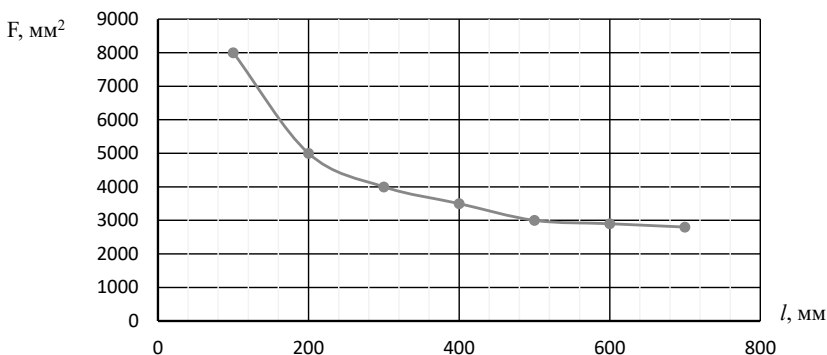


Рисунок 4.5 – Зависимость площади очищаемой поверхности тары от её расстояния до форсунки

Максимальную площадь распыла моющей жидкости можно получить при расстоянии от форсунки до очищаемой поверхности 100 мм. При увеличении расстояния свыше 500 мм площадь очищаемой поверхности практически не увеличивается.

Таким образом при обработке наружных поверхностей тары в таромоечных машинах рекомендуется устанавливать форсунки на расстоянии 100 мм от поверхности тары. При мойке внутренней поверхности тары (банки пустые) расстояние от форсунки до обрабатываемой поверхности будет определяться высотой тары.

4.3 Аналитическое обоснование мощности электроактиватора

Одной из характеристик машины для мойки тары является её экономическая составляющая. В ходе проведения эксперимента (п. 3.1) определяли температуру католита для разных уровней pH. Показания значений заносили в таблицу 4.2 и определяли аналитически мощность электроактиватора.

$$P = \frac{Q \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot c \cdot (t_{\text{к}} - t_{\text{н}})}{\eta_{\text{н}}}, \text{ Вт} \quad (4.1)$$

где Q – производительность активатора, м³/с;

$\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости, кг/ м³;

C – удельная теплоемкость воды, 4,19 кДж/кг·°С;

$t_{\text{к}}, t_{\text{н}}$ – температура соответственно в конце и начале нагрева, °С;

$\eta_{\text{н}}$ – КПД активатора по нагреву, принимается в пределе 0,9-0,98 [43].

Исходя из разницы температур $t_{\text{к}}, t_{\text{н}}$ можно рассчитать мощность, необходимую для нагрева воды до определенной температуры в каждой камере активатора в ходе его работы.

Таблица 4.2 Зависимость величины подаваемой мощности от изменения разности температуры при

$\Delta T, ^\circ\text{C}$		10	20	30	40	50	60	70	80
P, Вт	pH= 9,5	338	676	1013	1351	1689	2026	2364	2702
	pH= 10,43	201	401	603	804	1005	1206	1407	1608

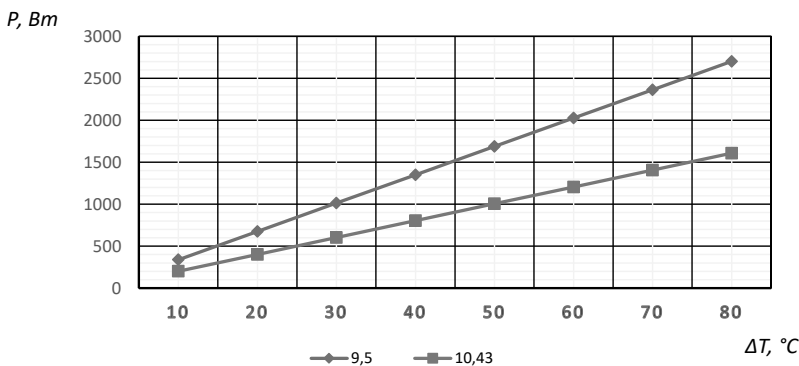


Рисунок 4.6 – Зависимость мощности электроактиватора от pH активированной воды

По расходу выхода активированной воды и мощности можно использовать модели электролизеров некоторых установки фирмы СЛЭЛ типа СТЭЛ 10Н-120-01 мод. 200 [39, 48-49].

Проведенные исследования позволяют заключить:

– Электроактивированные растворы (анолит и католит) позволяют более качественно отделять загрязнения с поверхности тары и производить её дезинфекцию. При сливе в канализацию этих растворов образуется вода, а отсутствие химических элементов в их составе делает процесс мойки тары экологически чистым. При обработке воды в электроактиваторе соотношение католита и анолита производится в пропорции 1:3.

– Для обеспечения максимальной производительности банкомоечных машин с давлением подачи моющей жидкости 0,2 МПа, рекомендуем применять форсунки с углом распыла 60°, диаметром выходного отверстия 1,5...2 мм и устанавливать на расстоянии 100 мм от очищаемой поверхности с углом вхождения моющей жидкости 90°.

– Расход энергии на подогрев моющей жидкости составляет не более 10 кВт/м³ за счет того, что нагрев воды будет происходить за счет тепла, выделяющегося при электролизе в то время как существующие конструкции посудомоечных машин потребляют от 24 до 36 кВт [47].

5 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ КОНСТРУКЦИИ БАНКОМЕЧНОЙ МАШИНЫ

Для проведения исследований эффективности применения электроактивированной воды в банкомечных машинах необходимо провести некоторое переоборудование машины. Необходимо установить теплоэнергетический блок и дополнительную емкость для чистой воды.

5.1 Расчет капитальных вложений

Расчет общих капиталовложений на приобретение и монтаж оборудования в исходном варианте определяется по формуле

$$B^{исх} = Ц_0 \cdot K \quad (5.1)$$

где $B^{исх}$ – балансовая стоимость рассматриваемой машины, руб.;

$Ц_0$ – отпускная цена машины (по прейскуранту торгующих организаций), руб.;

K – коэффициент, выражающий средние затраты на транспортировку и монтаж, а также торговые наценки. Для оборудования, которое требует монтаж $K = 1,2$;

Балансовую стоимость на переоборудованную машину определяем с учетом затрат на изготовление и установку дополнительного оборудования.

$$B^{ПР} = M + ТЗР + З_{осн} + З_{доп} + З_{соц} + ОП + ОХ, \text{ руб.} \quad (5.2)$$

где $B^{ПР}$ – балансовая стоимость машины в проектируемом варианте, руб.;

M – затраты на материалы и покупные изделия, руб.;

$ТЗР$ – транспортно–заготовительные расходы, руб.;

$З_{осн}$ – основная заработная плата, руб.;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$З_{соц}$ – начисления на фонд заработной платы, руб.;

$ОП$ – общепроизводственные (цеховые) расходы, руб.;

$ОХ$ – общехозяйственные (общезаводские) расходы, руб.

Расчет затрат по этим статьям можно представить в виде таблиц (таблицы 5.1).

Затраты на материалы и покупные изделия определяются на основании текущих цен, определяемых по прейскурантам торгующих организаций.

Транспортно-заготовительные расходы определяем в процентах от стоимости покупных материалов и изделий. Величина процента определяется по фактическим данным предприятия и составляет 20%.

$$TЗР = \frac{M \cdot \%_{TЗР}}{100}, \text{ руб.}, \quad (5.3)$$

где $TЗР$ – сумма транспортно-заготовительных расходов, руб.;

$М$ – сумма затрат, необходимая для приобретения требующихся покупных изделий, руб.;

$\%_{TЗР}$ – процент транспортно-заготовительных расходов (по фактическим данным предприятия), %.

Основная зарплата работников, занимающихся переоборудованием мочной машины, определяется по часовым тарифным ставкам и трудоемкости выполняемых работ, согласно хронометражу.

Размер дополнительной заработной платы определяется по проценту от основной зарплат.

$$З_{дон} = \frac{З_{осн} \cdot \%_{дон}}{100}, \quad (5.4)$$

где $З_{дон}$ – сумма дополнительной заработной платы, руб.;

$З_{осн}$ – сумма основной заработной платы, руб.;

$\%_{дон}$ – процент дополнительной заработной платы (по фактическим данным предприятия), %.

Размер начислений на фонд заработной платы (единый социальный налог) определяется согласно законодательным актам РФ по установленному проценту от суммы основной и дополнительной зарплат:

$$З_{соц} = \frac{(З_{осн} + З_{дон}) \cdot \%_{соц}}{100}, \quad (5.5)$$

где $О_{соц}$ – размер начислений на фонд заработной платы, руб.;

$З_{осн}$ – сумма основной заработной платы, руб.;

$З_{доп}$ – сумма дополнительной заработной платы, руб.;

$\%_{соц}$ – процент отчислений в фонды социальной защиты (единый социальный налог), %.

Размер общепроизводственных (цеховых) и общехозяйственных (общезаводских) расходов определяется в процентах от основной зарплаты на изготовление конструкции. Размеры процентов берутся по фактическим данным предприятия.

$$ОП = \frac{З_{осн} \cdot \%_{ОП}}{100}, \quad (5.6)$$

где $ОП$ – общепроизводственные расходы, руб.;

$\%_{ОП}$ – процент общепроизводственных расходов (по фактическим данным предприятия), %.

$$ОХ = \frac{З_{осн} \cdot \%_{ОХ}}{100}, \quad (5.7)$$

где $ОХ$ – общехозяйственные расходы, руб.;

$\%_{ОХ}$ – процент общехозяйственных расходов (по фактическим данным предприятия), %.

Суммарные затраты на изготовление конструкторской разработки сводятся в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 Суммарные затраты на изготовление конструкции

Наименование статей	Сумма затрат, руб.
Материалы и покупные изделия	308700,0
Транспортно–заготовительные расходы	61740,00
Основная заработная плата рабочих	4220,22
Дополнительная заработная плата рабочих	1266,07
Начисления на фонд заработной платы (единый социальный налог)	1645,89
Общепроизводственные (цеховые) расходы	16247,85
Общехозяйственные (общезаводские) расходы	8862,46
Итого:	402682,0

Дополнительные капиталовложения определим по формуле

$$B_{дон} = B_{np} - B_{исх}; \quad (5.8)$$

где $B_{дон}$ – дополнительные капиталовложения, руб.

$B_{np}; B_{исх}$ – балансовая стоимость оборудования соответственно по проектируемому и исходному варианту, руб.

5.2 Расчет эксплуатационных затрат

Размер эксплуатационных затрат по каждому из сравниваемых вариантов определяется по формуле

$$Иэ = З + А + Р + Сэ + См + Пэ, \text{ руб.}, \quad (5.9)$$

где $Иэ$ – годовые эксплуатационные затраты, связанные с выполнением производственных процессов, руб.;

$З$ – затраты на заработную плату рабочих, обслуживающих машину (оборудование), руб.;

$А$ – амортизационные отчисления, руб.;

$Р$ – отчисления на ремонты и техническое обслуживание машин (оборудования), руб.;

$Сэ$ – затраты на потребляемую оборудованием электроэнергию, руб.;

$См$ – затраты на потребляемую воду и химические препараты, руб.;

$Пэ$ – прочие эксплуатационные затраты, руб.

Элементы эксплуатационных затрат рассчитываются по формулам.

Сумма годовых затрат на заработную плату рабочих, занятых на выполнение производственного процесса рассчитывается по формуле:

$$З = Д \cdot Т \cdot Л \cdot C_T \cdot \left(1 + \frac{\%_{дон}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{\%_{соц}}{100}\right), \quad (5.10)$$

где $Д$ – количество рабочих смен машины (оборудования) в году;

$Т$ – продолжительность рабочего процесса в течение смены, ч;

$Л$ – количество работников, занятых на выполнении производственного процесса, чел.;

Ст – часовая тарифная ставка соответствующего разряда работника (5 разряд), руб. / чел.-ч;

%_{доп} – процент, учитывающий начисление дополнительной заработной платы (по фактическим данным предприятия), %;

%_{соц} – процент отчислений в фонды (единый социальный налог), %.

Размер ежегодных амортизационных отчислений на технологическое оборудование исчисляется по формуле:

$$A = \frac{B \cdot H_a}{100}, \text{ руб.}, \quad (5.11)$$

где B – балансовая стоимость (капиталовложения) оборудования, руб.;

H_a – норма амортизационных отчислений по оборудованию

($H_a = 14,3\%$ [44]), %.

Затраты на ремонты и техническое обслуживание машин рассчитываем по формуле:

$$P = \frac{B \cdot H_p}{100}, \text{ руб.}, \quad (5.12)$$

где H_p – норматив годовых отчислений на ремонт и техническое обслужи-

вание (по усредненным данным бух. отчетности за последние 3 года

$H_p = 16,0\%$), %

Затраты на расходующую электроэнергию, потребляемую оборудованием при производстве продукции, определяются по формуле:

$$C_{\Sigma} = F_{\Sigma} \cdot Ц_{\Sigma}, \text{ руб.}, \quad (5.13)$$

где C_{Σ} – затраты на потребляемую электроэнергию, руб.;

F_{Σ} – потребность электроэнергии для производства годового объема работ кВт·ч;

$Ц_{\Sigma}$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб./кВт·ч.

$$F_{\Sigma} = \frac{N_{\Sigma} \cdot t_{CM} \cdot H_{CM}}{КПД}, \text{ кВт-ч} \quad (5.14)$$

где N_{Σ} – потребляемая мощность установленного оборудования, кВт;

$t_{см}$ – продолжительность смены работы машины (оборудования), ч;

$H_{см}$ – количество смен работы оборудования в год;

$KПД$ – коэффициент полезного действия электродвигателей ($KПД = 0,85...0,90$).

Затраты на моющий раствор и воду по вариантам определим по формуле:

$$C_{м} = Q_{м} \cdot Ц_{м} \cdot Д + Q_{вода} \cdot Ц_{вода} \cdot Д \cdot 10^{-3}; \quad (5.15)$$

где $Ц_{м}$ – стоимость моющего раствора, руб./л.;

$Q_{м}$ – расход моющего раствора, л./ящик;

$Д$ – годовое количество дней обработок тары, дн.

Прочие эксплуатационные затраты планируются в размере 3 - 5 % от суммы эксплуатационных затрат. Общий размер эксплуатационных затрат составляет

$$H_3 = (3 + A + P + C_3 + C_{м}) \cdot 1,03...1,05 \quad (5.16)$$

Степень снижения эксплуатационных затрат определяется по формуле:

$$C_3 = \frac{H_3^{исх} - H_3^{np}}{H_3^{исх}} \cdot 100 \%, \quad (5.17)$$

5.3 Расчет энергоемкости процесса

Энергоемкость выполняемых работ определяется как отношение годового объема потребленной электроэнергии к годовому объему произведенной продукции или выполненной работы.

$$F_y = \frac{F_e}{W_e}, \quad \text{кВт} \cdot \text{ч/тыс. шт.}, \quad (5.18)$$

где F_y – энергоемкость единицы выполненной работы, кВт·ч/тыс. шт.;

F_e – годовое потребление электроэнергии, кВт·ч.

Степень снижения энергоемкости (C_F) определяется по формуле

$$C_F = \frac{F_y^{ucx} - F_y^{np}}{F_y^{ucx}} \cdot 100\%. \quad (5.19)$$

5.4 Определение годовой экономии

Годовая экономия эксплуатационных затрат может быть определена следующим образом.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = I^{ucx} - I^{np}, \text{ руб.}, \quad (5.20)$$

где $\mathcal{E}_{\text{год}}$ – годовая экономия эксплуатационных затрат при внедрении проектируемой машины, руб.

Определим чистые денежные поступления с учетом 20% налога на прибыль, которые определяются по формуле:

$$\Pi_{\text{ч}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - \mathcal{E}_{\text{год}} \cdot \alpha_n, \text{ руб.}, \quad (5.21)$$

где α_n – налоговая ставка на прибыль.

5.5 Динамические показатели эффективности капитальных вложений

К динамическим показателям относятся: чистый дисконтированный доход (ЧДД); индекс доходности (ИД); внутренняя норма доходности (ВНД); срок окупаемости ($T_{\text{ок}}$).

Чистый дисконтированный доход определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период, приведенные к начальному шагу (году, кварталу, месяцу), или как превышение интегральных результатов над интегральными затратами.

$$\text{ЧДД} = \left[I_{\mathcal{E},ucx}^I - I_{\mathcal{E},np}^I - H_n \right] \cdot K_{\text{сд}} - K_{\text{дон}}, \quad (5.22)$$

где ЧДД – чистый дисконтированный доход, руб.;

$H'_э$ – эксплуатационные затраты без учета капиталовложений (т.е. амортизации), руб.

K_{co} – коэффициент суммы дисконтирования;

K_{don} – размер дополнительных капиталовложений (или затраты на модернизацию), руб.

Коэффициент суммы дисконтирования определяется по формуле

$$K_{co} = \frac{(1 + E_p)^t - 1}{E_p \cdot (1 + E_p)^t}; \quad (5.23)$$

где E_p – норма дисконта капитала с поправкой на инфляцию; является реальной процентной ставкой, которая учитывает инфляцию.

$$E_p = \frac{1 + E}{1 + r} - 1; \quad (5.24)$$

где E – ставка процента банка, $E = 18,0\%$;

r – уровень инфляции, $r = 6,5\%$.

Коэффициент (индекс) доходности дополнительных капиталовложений определяется по формуле:

$$ИД = \frac{ЧДД}{K}, \quad (5.25)$$

где $ИД$ – коэффициент доходности капиталовложений;

K_{np} – размер дополнительных капиталовложений, руб.

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$T_{ок} = \frac{-\ln\left(1 - \frac{K_{don} \cdot E_p}{\mathcal{E}'_u}\right)}{\ln(1 + E_p)}, \text{ лет}$$

Результаты расчета технико-экономического обоснования представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 Показатели экономической эффективности проекта

Наименование показателей	Варианты	
	исходный	проектный
Капитальные вложения, руб.	362160	402682
Годовой объем работы, тыс. шт.	31,80	31,80
Производительность труда, тыс. шт./чел.-ч.	0,30	0,30
Годовые эксплуатационные затраты, руб.	108407	88135
в т.ч. заработная плата	6892	6892
амортизационные отчисления	51789	57584
отчисления на ремонт	57946	64429
затраты электроэнергии	22447	7782
затраты химреактивы и воду	13495	2094
Годовая экономия эксплуатационных затрат, руб.	—	14478
Степень снижения эксплуатационных затрат, %	—	9,04
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет	—	0,3
Индекс доходности дополнительных капитальных вложений	—	1,03 – 1,21
Внутренняя норма доходности, %	—	38,50
Чистый дисконтированный доход		
при $E=18,0\%$, $r = 6,5 \%$, руб.	—	41898
при $E_p = 8,25\%$, руб.	—	49180
Материалоемкость операции, кг /тыс. шт.	21,38	21,86
Энергоемкость операции, кВт.-ч./тыс. шт.	147,06	50,98

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных лабораторных и теоретических исследований можно сделать следующие выводы:

1. Для удаления трудноудаляемых загрязнений с оборотной тары применяются повышенные режимы мойки требующие наличия моющих средств и большого расхода пара от 50 до 100 кг/ч, моющих и дезинфицирующий эффект применяемый моющих растворов резко падает при снижении температуры воды в моечных ваннах до 30...35° С, моющие растворы вызывают нарушение экологии, т.к. сливаясь в канализацию вызывают загрязнение сточных вод.
2. Применение электроактивированных растворов (анолита и католита) снижает наличие микроорганизмов на поверхности тары на 20% по сравнению с моющими растворами и на 40 % при мойке чистой водой, при проведении реакции выделяется достаточное количество тепла, что существенно снижает расход энергии на нагрев.
3. Для обеспечения максимальной производительности банкомоечных машин с давлением подачи моющей жидкости 0,2 МПа, рекомендуем применять форсунки с углом распыла 60°, диаметром выходного отверстия 1,5...2 мм и устанавливать на расстоянии 100 мм от очищаемой поверхности с углом вхождения моющей жидкости 90° к очищаемой поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 5717.1-2021 Банки и бутылки для консервированной пищевой продукции. Общие технические условия. – М.: Российский институт стандартизации, 2021. – 24 с.
2. ГОСТ 30765-2001 Тара транспортная металлическая. Общие технические условия
3. Антипов, С.Т. Машины и аппараты пищевых производств / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков и др. // Учебник XXI века. – М.: Высшая школа, 2001. – 1384 с.
4. Толстоухова, Т.Н. Совершенствование системы мойки кухонной и столовой посуды / Т. Н. Толстоухова, И. В. Назаров, И. Э. Липкович, Т. А. Магомедова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 192. – С. 129-141. – DOI 10.21515/1990-4665-192-011. – EDN WOBFHA.
5. <https://testslab.ru/stati/mezofilnye-mikroorganizmy-v-pishchevyh-produktah/>
6. Майоров А. В., Михеева Д. А., Януков Н. В., Яйцева Н. Э. Актуальность исследования мойки тары в консервном производстве // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2016. Т. 2. № 4 (8). С. 31-35.
7. Свирида В.Г. Техника мойки стеклянной тары для консервов / В.Г. Свирида, НА. Пигулевский, В.П. Петкевич. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 153 с.
8. Зимин, В.М. Хлорные электролизеры / А.Ф. Зимин, Г.М. Камарьян, А.Ф. Мазанко – М., 1984. - 304 с.
9. Мазанко, А.Ф. Промышленный мембранный электролиз / А.Ф. Мазанко, Г.М. Камарьян, О.П. Помашин – М., 1989. - 236 с.
10. Поволоцкая, О. Чистота оборотной тары – залог качества продукта / Мясные технологии №4, 2015. С. 40-41.

11. Хмелев В.Н., Сливин А.Н. и др. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности. Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. 203с.
12. Кавитационные технологии в пищевой промышленности / Д. А. Ярмаркин, Л. С. Прохасько, А. Н. Мазаев [и др.]. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2014. — № 8 (67). — С. 312-315. — URL: <https://moluch.ru/archive/67/11467/>.
13. Гладушняк А. К. Машины для мойки консервного сырья и тары. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 80 с.
14. Майоров, А.В. Обоснование эффективности использования погружной моечной машины непрерывного действия для очистки металлических консервных банок // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 2. – С. 87-89.
15. Юнусов Г.С. Технологии и технические средства процесса мойки наружной поверхности цилиндрических банок: монография / Мар. гос. ун-т; Г.С. Юнусов, А.В. Майоров. – Йошкар-Ола, 2011. – 120 с.
16. <https://aurora-pack.ru/press-center/blog/moyka-tary-ultrazvukom>
17. Аминов А.С. Технологическое оборудование консервных и овощесушильных заводов / А.С. Аминов, М.С. Мурадов, Э.М. Аминова – М.: Колос, 1996. – 431 с.
18. ГОСТ 2874-82 Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством.
19. <https://besteq.ru/catalog/konservnoe-oborudovanie/oborudovanie-dlya-moyki-i-sushki-tary>
20. <https://konsprod.spb.ru/produkcija/mashiny-bankomoechnye.html>
21. <https://cgon.rospotrebnadzor.ru/naseleniyu/zdorovoe-pitanie/pishchevye-veshchestva/belki-v-pitanii/>
22. <https://septolit.ru/blogs/novosti/himicheskie-zagryazneniya-v-pishchevom-proizvodstve>

23. Майоров А.В. Сравнительный анализ режимов мойки жестяных банок в моечных машинах струйного и погружного типов / А.В. Майоров, Д.А. Михеев // Сб. трудов Марийского ГАУ
24. Машина для мойки тары ММТ-600. Руководство по эксплуатации ММТ 00.00.000РЭ – СТБ ISO 9001-2
25. <http://http://www.mkolga.ru/catalog/ustanovki-stel/stel-10n12001-mod-120.html>.
26. https://market.yandex.ru/product--tabletki-dlia-posudomoechnoi-mashiny-biomio-bio-total-tabletki-100-sht/1730197736?glfilter=13207538%3A100~100_101288947484&clid=1601&utm_source=yandex&utm_medium=search&utm_campaign=ymp_offer_dyb_search
27. <https://cosmo-frost.ru/posudomoechnye-mashiny/sredstva/obzor-gelya-dlya-posudomoechnoi-mashiny-finish-finish-otzyvy-pokupatelei/>
28. http://voda-pribor.ru/uploads/image/file/instr_dion_u_.pdf
29. <http://vseionizatori.ru/kangen-voda/>
30. Машины, оборудование, приборы и средства автоматизации для перерабатывающих отраслей АПК // Каталог. М.: Пресса, 1993. – 353 с.
31. Истомина Н.В. Оборудование электрохимических производств // Учебное пособие / Н.В. Истомина, Н.Г. Сосновская, Е.Н. Ковалюк – Ангарск: АГТА, 2010. – 247 с.
32. <https://plex.market/catalog/eysidklin-plex-10l-13-5kg-moyushchee-sredstvo/326>
33. Поцелуев А.А. Обработка тары перерабатывающих предприятий при помощи ЭВР/ А.А. Поцелуев, И.В. Назаров, А.А. Лыгин// Совершенствование процессов и технических средств в АПК – сборник научных трудов выпуск 5 – Зерноград: АЧГАА, 2005.
34. Истомина Н.В. Оборудование электрохимических производств. Учебное пособие./, Сосновская Н.Г., Ковалюк Е.Н – Ангарск: АГТА, 2010 - 247 с

35. Совершенствование системы мойки кухонной и столовой посуды / Т. Н. Толстоухова, И. В. Назаров, И. Э. Липкович, Т. А. Магомедова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 192. – С. 129-141. – DOI 10.21515/1990-4665-192-011. – EDN WOBFHA
36. Пасько О.А. Активированная вода и её применение в сельском хозяйстве / О.А. Пасько. – Томск: Издательство ТПУ, 2000. – 132 с.
37. <https://yandex.ru/search?text=Электроактивированная+вода+&lr=213>
38. https://vk.com/topic-40541642_27222078?offset=last
39. <http://vseionizatori.ru/kangen-voda/>
40. Совершенствование процесса мойки металлической тары в условиях предприятия / Т.Н. Толстоухова, В.А. Колесников, И.В. Назаров, Ж.В. Матвейкина // Активная Честолюбивая Интеллектуальная Молодежь – сельскому Хозяйству (АЧИМСХ). – Зерноград: ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2025.
41. Ситников Е.Д. Практикум по технологическому оборудованию консервных заводов/ Е.Д. Ситников – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 134 с.
42. Гузенков П. Г. Детали машин / П. Г. Гузенков. – М.: Высшая школа, 1982. – 351с.
43. Елхина В.Д. Механическое оборудование предприятий общественного питания: Учебник для технол. фак. торг. вузов / В.Д. Елхина, А.А. Журин, Л.П. Проникина, М.К. Богачев. – М.: Экономика, 1981. – 320 с.
44. Назаров, И. В. Использование активированной воды для производства продуктов питания / И. В. Назаров, Т. Н. Толстоухова // Актуальные проблемы технологии продуктов питания, туризма и торговли : Материалы VI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Нальчик, 29 сентября 2023 года. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокча", 2023. – С. 17-22. – EDN PPWAOJ.

- 45.http://bezbarera.ru/catalog/domashnyaya_meditinskaya_tekhnika/elektroaktivator_vody/
46. Прибор для испытания и регулировки дизельных форсунок КИ-562Д. Паспорт. – Ярославль, 2015. – 7 с.
47. Экологически чистый способ обработки тары на перерабатывающих предприятиях / Т.Н. Толстоухова, В.А. Колесников // Сб. науч. тр.: Современные научные исследования: проблемы и перспективы. Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции. Киров, 2024. – С. 160-164.
- 48.http://bezbarera.ru/catalog/domashnyaya_meditinskaya_tekhnika/elektroaktivator_vody/
- 49.<http://ej.kubagro.ru/2014/01/>
50. Курочкин В.Н. Экономическое обоснование инвестиций в дипломных проектах: Методическое указание / В.Н. Курочкин // Издание 2-е, дополненное и переработанное. – Зерноград, АЧГАА, 2003. – 22 с.

МОНОГРАФИЯ

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА

Т.Н. Толстоухова, И.В. Назаров, А.В. Лавров, С.М. Михайличенко,
А.И. Купреенко, В.И. Пляка

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ОБОРОТНОЙ ТАРЫ НА ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Материалы издаются в авторской редакции

Подписано в печать 06.11.2025. Формат 60×90/16.
Усл.-печ. л. 6,625. Тираж 500 экз.

Заказ № 58349

Отпечатано в типографии «OneBook.ru» ООО «Сам Полиграфист»
129090 г. Москва, Протопоповский пер., 6 www.onebook.ru