

ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОВОЩЕЙ И ФРУКТОВ. ОПЫТ ГЕРМАНИИ

Промышленные предприятия Германии заинтересованы в оптимизации производственных процессов, так как это позволяет сократить расходы предприятия. Одной из значительных граф расхода предприятий по переработке овощей и фруктов являются затраты на воду, а также на очистку сточных вод. Экономное водопользование позволяет снизить затраты предприятия и тем самым повышает его рентабельность. Одним из мероприятий по сокращению расходов воды является повторное ее использование.

Особенности работы предприятий

Работа предприятия по переработке овощей и фруктов имеет такую особенность, как сезонные пиковые загрузки, которые напрямую зависят от сроков созревания тех или иных овощей и фруктов. Для того чтобы предприятие работало круглый год, необходимо вести обработку значительного количества наименований овощей или фруктов. Например, в конце мая–начале лета ведут переработку таких косточковых,

как черешня, затем приступают к переработке ягод, например земляники, в конце лета и осенью – слив, груш, яблок. Осенью предприятия занимаются квашением капусты и переработкой свеклы. Зимой производятся пюре и соки из яблок, поставляемых со складов.

При разработке схемы водопользования и обработки сточных вод следует учитывать, что при переработке овощей и фруктов можно выделить два основных производственных этапа: предварительная обработка и консервирование.

Предварительная обработка для различных методов консервирования у большинства продуктов одинаковая. К основным методам предварительной обработки относятся: промывка, очистка, сортировка, удаление кожуры, косточек, семян при необходимости, измельчение, бланшировка, охлаждение.

К технологиям, наиболее часто используемым для второго производственного этапа – переработки, относятся: консервирование, стерилизация с последующим розливом в бутылки или упаковыванием в банки, охлаждение или замораживание (стерилизация выше 100 °С с показателем pH > 4,5 или пастеризация от 71 до 100 °С с показателем pH < 4,5), ферментация, сушка, соленье, введение химических консервантов.

В большинстве случаев цель состоит в том, чтобы продлить срок годности (уменьшить склонность к порче) такой продукции или же произвести абсолютно новую продукцию, такую как соки, пюре, варенье. Продукты из сушеных овощей в Федеративной Республике Германии, например из бобов, моркови, лука и петрушки, используются для производства супов. Квашение капусты основывается на процессе сбраживания: фруктоза в белокочанной капусте бродит с помощью бактерий до молочной кислоты.

Удельное водопотребление, а также количество сточных вод и их состав напрямую зависят, во-первых, от того, какая группа растительной продукции подвергается переработке, во-вторых, от применяемых на предприятии мер по водосбережению. Также важными факторами являются установленное на предприятии оборудование и уровень квалификации персонала, работающего на предприятии.

Особенности сточных вод предприятий по переработке овощей и фруктов

Твердые отходы

Большие объемы отходов овощей и фруктов образуются в виде удаленных несъедобных частей и плодов, отбракованных в результате сортировки, классификации и прочих производственных процессов. Большую часть таких отходов можно не утилизировать, а переработать в другие продукты, например: в джемы, биотопливо, корм для животных или компост для использования в качестве удобрения почвы. Твердые и жидкие отходы должны быть отделены друг от друга, например, путем контроля, седиментации, флотации и других.

Сточные воды

На производстве может образовываться большое количество сточных вод, содержащих органические вещества в высоких концентрациях, чистящие средства и отбеливатели, взвешенные твердые частицы. Стоки могут быть загрязнены остаточными концентрациями пестицидов. Сброс сточных вод непосредственно в водоемы не приветствуется, поскольку они могут быть источником загрязнений, наносящих ущерб дикой природе. Объем сточных вод может значительно меняться в сезон.

Если предприятия изготавливают соки и напитки, кроме натурального сырья, применяют готовые фруктовые и овощные концентраты. Возможно дополнительное загрязнение сточных вод после помывки оборудования, аварийных или несанкционированных проливов концентратов.

Максимальное загрязнение сточных вод происходит при очистке, бланшировании и изготовлении квашеной капусты. Вода от очистки является сильно загрязненной органикой (химическое потребление кислорода (ХПК) в зависимости от продукта составляет 10–20 г/л). При щелочной очистке наблюдаются высокие значения показателя pH и высокая солевая нагрузка. Загрязнение при бланшировании поступает при выщелачивании бланшированных продуктов и утечке соковой воды при последующем охлаждении. С возрастающим измельчением сырья значительно увеличивается загрязнение сточных вод. В течение месяца и суток состав сточных вод и pH меняются в зависимости от технологического процесса, протекающего на предприятии. Максимально высокое содержание биологически растворимых органических веществ в сточных водах предприятия наблюдается в период с июня по октябрь.

Сточные воды консервных заводов в основном загрязнены растворимыми и нерастворимыми отходами консервируемых продуктов, соками плодов, овощей, сахарными сиропами, примесями песка, земли и щелочей.

Основные технологические операции при переработке овощей и фруктов представлены в табл. 1.

Нормы водопотребления и повторное использование воды

При промышленной переработке овощей и фруктов образуются сильно загрязненные

Таблица 1

Основные технологические операции при переработке овощей и фруктов

Различные типы отходов, возникающие при обработке овощей и фруктов		Сточные воды	Твердые отходы	Охлаждающая вода
Предварительная обработка	Промывка	+	+	–
	Очистка	+	+	–
	Сортировка	+	+	–
	Удаление кожуры, косточек, семян при необходимости	+	+	–
	Измельчение	+	+	–
	Бланшировка	+	–	–
	Охлаждение	+	–	+
Окончательная обработка	Квашение капусты (первоначально образуется рассол, который необходимо переработать перед сбросом в систему очистки сточных вод)	+	–	–
	Стерилизация, замораживание, высушивание	–	–	–
	Консервирование с добавлением уксуса	+	–	–

органикой отдельные потоки сточных вод, состоящие из высокомолекулярных белков, жиров и углеводов. По причине сезонного характера работ как количество сточных вод, так и степень их загрязнения подвержены сильным колебаниям. Отдельные потоки сточных вод могут разделяться по точкам поступления: на промывочную воду, воду от очистки, воду от бланширования, охлаждающую воду, потери при наполнении/розливе, свежую воду, раствор брожения, воду для мойки или воду для промывки. На рис. 1 представлено схематическое изображение процесса промывания в противотоке, что позволяет значительно сократить расход воды на обработку продукции. При применении водосберегающих внутрипроизводственных мер удельное водопотребление должно быть в пределах, представленных в табл. 2.

Таблица 2

Ориентировочные значения водопотребления для отдельных групп выпускаемой продукции с учетом водосберегающих мер

Виды продукции	Удельное водопотребление, м ³ /т
Стерилизованные консервы: фрукты	2,5–4,0
Стерилизованные консервы: овощи	3,5–6,0
Замороженные продукты	5,0–8,5
Квашеные, маринованные или соленые плоды или овощи	3,0
Фруктовые соки	6,5
Джем или варенье	6,0
Детское питание	6,0–9,0

Очистка сточных вод

Большинство предприятий, производящих фруктово-овощную продукцию, подключены к канализационной системе (непрямой сброс сточных вод). Значительные сезонные и производственные колебания состава и концентрации требуют от очистных сооружений предприятий высокой гибкости. Минимальные требования к сбросу отработанной воды от фруктово-овощного производства представлены в табл. 3.

Независимо от следующей ступени очистки сточные воды должны сначала подвергнуться механической очистке. Для отделения твердых веществ предлагаются установки для просеивания. Промывные воды должны к тому же проходить через песколовки. Дополнительно перед

Таблица 3

Требования к составу сточных вод в месте сброса отработанной воды

БПК ₅ , мг/л	ХПК, мг/л	NH ₄ -N, мг/л	N _{общ. неорг.} , мг/л	P _{общ.} , мг/л
25	110	10	18	2

биологической очисткой, как правило, требуется нейтрализация.

Биологическая очистка

Возможные варианты обработки сточных вод представлены на рис. 2. Сточные воды от промышленной переработки овощей и фруктов очищаются анаэробным и (или) аэробным методом без ограничения. Все известные методы применимы и частично используются на практике. Хорошо зарекомендовал себя прежде всего комбинированный анаэробно-аэробный метод.

Производство фруктового сока

Технология производства фруктового сока позволяет упрощенно разделить этапы производства: промывание, измельчение, осветление, фильтрация, нагревание, охлаждение после нагревания и фасовка.

Промышленные сточные воды состоят из следующих потоков (при определенных

условиях некоторые из них могут отсутствовать): сточные воды после очистки бутылок и резервуаров и фасовки, транспортной и промывочная вода, конденсат вторичного пара, сточные воды из производственных установок, сточные воды после очистки поверхности в производственных цехах и нагруженных продуктами дворовых и производственных площадей предприятия, а также после очистки транспортных устройств. При производстве фруктового сока потери продуктов (прежде всего при потере концентрата плодового сока), а также частичная потеря сахара составляют существенную долю загрязнения сточных вод.

Помимо сточных вод в соковой промышленности образуются взвешенные частицы, фильтрат, осадок при осветлении, выжимки. Из-за высокого потенциала загрязнения эти вещества должны приниматься во внимание при внутрипроизводственных мероприятиях и по возможности утилизироваться отдельно или удаляться.

В соковой промышленности различают предприятия, которые занимаются только

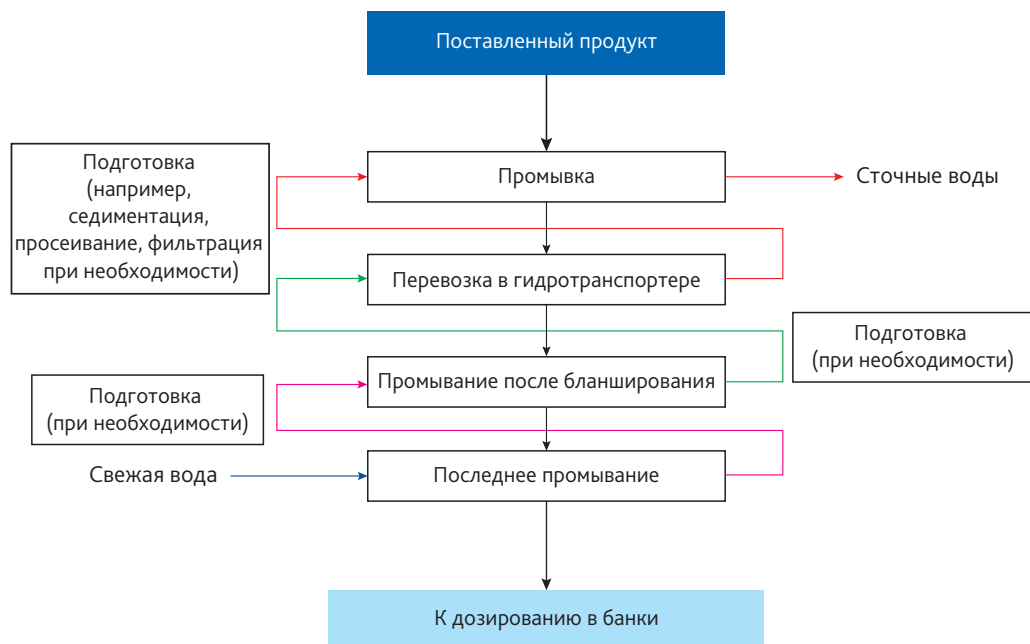


Рис. 1. Схематическое изображение процесса промывания в противотоке

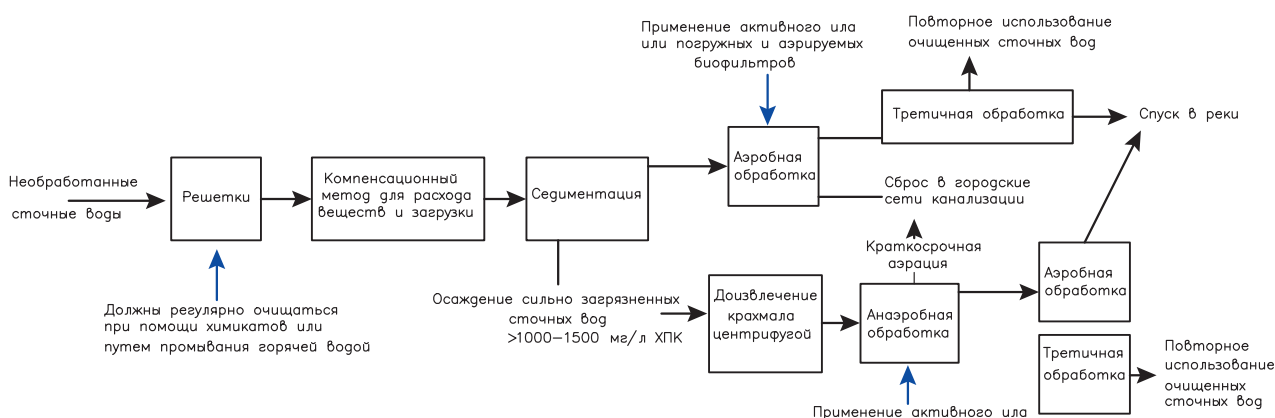


Рис. 2. Варианты обработки сточных вод

розливом, только переработкой и которые как перерабатывают, так и занимаются розливом. Удельные объемы отработанной воды и концентрации загрязнения представлены в табл. 4. Как видно из табл. 4, сточные воды соковой промышленности по отношению к БПК₅ обладают низкими концентрациями азота и фосфора.

Показатель pH может быть от 3,5 до 11,5, причем при контакте продуктов показатель pH в большинстве случаев кислый.

В промышленности по производству безалкогольных напитков большинство предприятий подключены к канализационной системе (непрямой сброс сточных вод). В Германии в 2002 г. было около 465 производителей фруктовых соков, из которых семь осуществляли сброс непосредственно в водоемы.

Фаза нейтрализации

Чтобы иметь возможность соблюдать требования к непрямому сбросу сточных вод, часто

необходимо выравнять пик показателя pH и снижать температуру (предельное значение менее 35 °С). Поэтому установки для предварительной обработки сточных вод нередко охватывают фазы нейтрализации. Из-за высокой стоимости химикатов в большинстве случаев рекомендуется биологическая нейтрализация, например, в аэрируемом смесительном и уравнительном резервуаре. В качестве вымывающего реактора он также может достигать эффективности очистки БПК₅ приблизительно от 5 % (выравнивание суточного потребления) до более 50 % (выравнивание недельного потребления). Должно уделяться внимание и щелочной воде из бутылкомоечных машин, которую при необходимости следует поместить в отдельный резервуар и дозированно подавать на очистку.

На предприятии по переработке и розливу соковой продукции используется, к примеру, установка для предварительной обработки

Таблица 4

Удельные объем и концентрации сточных вод при производстве минеральной воды, освежающих напитков и соков

Наименование	Удельный расход, м ³ /1000 л напитка	БПК ₅ , мг/л	ХПК, мг/л	N _{общ} -N, мг/л	P _{общ} -P, мг/л
Минеральная вода и прохладительные напитки	0,9–1,3 (минеральная вода), 1,1–3,3 (прохладительные напитки)	100–800	200–1600	2–35	0–18
Фруктовые соки (только розлив)	–	250–1000	1500–3000	1,2–10,0	1,5–12,0
Фруктовые соки (только переработка)	–	1700–4000	2500–4500	5–30	3–15
Фруктовые соки (переработка + розлив)	–	400–2000	400–3000	9–25	2–14

сточных вод перед сбросом в канализацию, описанная ниже.

Вся сточная вода, кроме бытовых сточных вод и охлаждающей воды, собирается и направляется в установку для предварительной обработки сточных вод. Предварительная обработка сточных вод включает: осаждение твердых веществ, выравнивание масс суточного потребления, нейтрализацию в резервуаре и буферной емкости, седиментацию (предварительное осветление) и биологическую очистку в аэрируемой погружной установке с неподвижным катализатором в форме контейнера с вторичным осветлением для осаждения избытка ила.

Отделение твердых веществ производится через барабанное сито с шириной щели 1,5 мм.

Для нейтрализации и буферизации сточных вод используются две емкости. Понижение показателя pH происходит, как правило, при помощи CO_2 в емкости для нейтрализации. Во время производственного сезона необходимы небольшие дозы NaOH для повышения показателя pH в буферной емкости. Из-за однотипного состава питательных веществ сточных вод туда добавляются питательные вещества в виде мочевины и гидрофосфата аммония.

Первичный фильтрационный осадок и избыток ила временно хранятся в резервуаре для хранения ила, отстоянная сливная вода закачивается обратно в установку. Сгущенный ил принимается в коммунальное очистное сооружение, там стабилизируется и вместе с образующимся избытком ила спускается на сельскохозяйственные поля.

Список рекомендуемых мер по водосбережению и водоочистке для предприятий по переработке овощей и фруктов

- Совершенствование систем транспортировки продукции для сокращения или полного отказа от транспортировки продукции и отходов в потоке воды, а также для минимизации риска пролива сырья и воды.
- Сокращение потребления воды для первичной очистки продукции там, где это возможно, за счет использования сухих методов, таких как вибрация с просеивающими приспособлениями, совершенствование методов промывки.
- Рассмотрение варианта использования непрерывного потока или сухих каустических процессов для очистки от кожуры.

- Использование процедур безразборной мойки емкостей и оборудования для уменьшения расхода химикатов, водо- и энергопотребления (безразборная мойка – метод очистки внутренних поверхностей труб, аппаратов, технологического оборудования и запорной арматуры без разборки с использованием одобренных к использованию химических веществ и/или моющих средств при минимальном воздействии на окружающую среду, совместимый с последующими процессами очистки сточных вод).
- Использование кранов с автоматическим запорными клапанами, а также использование воды под высоким давлением и отверстий оптимальной конструкции.
- Разделение охлаждающей воды и технологической воды для организации переработки сточных вод и рециркуляции охлаждающей воды.
- Проведение обследования емкостей-накопителей и очистных сооружений на предмет возможного переполнения и утечек.
- Внедрение процедур, предусматривающих уборку твердого мусора с транспортных средств и поверхностей до намачивания и мытья, например, с использованием скребков, веников и пылесосов.
- Установка (или модернизация) водоочистных сооружений.
- Установка решеток для снижения или предотвращения попадания твердых материалов в канализационные сети.
- Обеспечение сбора и хранения органических отходов отдельно от других отходов, чтобы их можно было использовать при приготовлении компоста или удобрений или для выработки энергии.
- Выбор моющих средств, которые не оказывают отрицательного воздействия на окружающую среду, а также позволяют использовать сточные воды и шлам в сельскохозяйственных целях.

Литература

1. Очистка промышленных сточных вод // Новый журнал. – 2012.
2. Переработка фруктов и овощей: руководство по экологическим и социальным вопросам по отраслям. European Bank for reconstruction and development, 2009.

Статья подготовлена Н.А. Шониной